

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 化學科

第二名

080211

洋洋得益--以洋菜冷凍鍍膜製作防水紙吸管

學校名稱：臺中市潭子區頭家國民小學

作者： 小五 吳承哲 小五 呂翊瑒 小五 嚴子杭 小五 張博軒 小五 魏辰翰 小五 駱鼎鈞	指導老師： 施政宏 吳光耀
---	-----------------------------

關鍵詞：防水紙吸管、生物可分解、洋菜

摘要


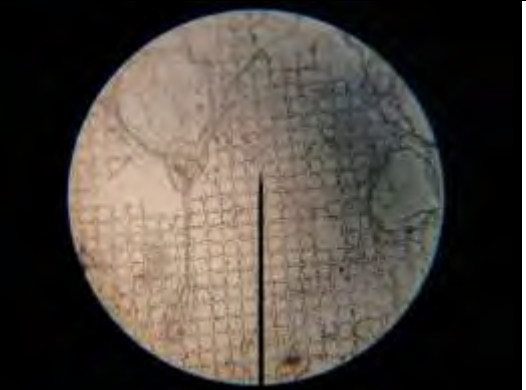
我們用環保的材料「紙」來製作環保紙吸管，並使用洋菜液體浸泡後再冷凍與冷藏，讓紙吸管具備防水功能，也增強耐用性。我們用道林紙和粉彩紙來製做紙吸管的主體，和市面上的塑膠吸管進行比較，在**掩埋實驗**中，我們自製的洋菜紙吸管明顯有在土壤中分解；而塑膠吸管完全沒有在土壤中分解；**耐折實驗**中，洋菜紙吸管每個都超過 140 個華司，塑膠吸管平均只能耐 97 個；在**垂直耐壓實驗**中，洋菜紙吸管每個都能承受 15kg 以上的重量，而塑膠吸管只承受不到 10 kg 重量；在**燃燒實驗**中，塑膠吸管在燃燒時，會發出難聞的惡臭，但洋菜紙吸管不會；**戳洞實驗**裡，道林紙有洋菜冷凍的這組，刺破飲料杯保護膜的效果最好，其他，用來吸取珍珠、吸水和耐輾壓……等實驗中，我們自製的洋菜防水吸管都不輸市售的塑膠吸管。

壹、研究動機

臺灣人用「塑」成癮，因為它便宜、便利且方便攜帶，像是塑膠吸管、塑膠椅、塑膠袋……等，但塑膠在燃燒時會產生的世紀之毒「戴奧辛」，危害著地球的生物們，它是無色、無味、毒性很強的脂溶性化學物質，而且塑膠吸管它也不易分解和生物食用，常常造成海洋生物或鳥類誤食，導致刺穿食道，危害到生命安全！我國政府也表示，2019 年開始禁用塑膠吸管，減少環境的危害。

市面上已經有人販賣玻璃或是不鏽鋼吸管，我們認為玻璃或是不鏽鋼吸管雖然環保，但是這種吸管非常危險，玻璃有可能破損刺傷人，不鏽鋼製的雖然堅固耐用，走在路上的時候，一不小心就會插到喉嚨，而且兩種清潔都不方便，又容易滋生霉菌。

我們發現果凍的液體，滴在桌上時，會產生一層薄薄的膜，而煮好的果凍液體剛冷卻時，表面也會形成一層膜，可是那一層膜非常的脆弱……。經過和老師討論後，發現製作果凍的材料是洋菜，洋菜凍如果冰存在冷凍或是冷藏庫後，脫的水越多，會增加韌性，又可以防水！老師說冷凍後的洋菜膜會形成特殊構造，韌性變強，所以我們決定利用紙捲和洋菜凍來製作洋菜防水紙吸管。

圖 0-1	圖 0-2
	
洋菜溶液冷卻後的表面，可以拉出一層薄膜！	我們把洋菜薄膜拿去冷凍，退冰除水後，以顯微鏡觀察到的畫面。
<p><<老師指導查詢的科學原理>> 洋菜膠溶液，在溫熱條件下為粘稠流體，當溫度降低時，溶液分子連接成網狀結構，溶劑和其他分散介質全部被包含在網狀結構之中，整個體系成了失去流動性的半固體，也就是凝膠。</p> <p>參考資料來源： 食品膠的膠凝特性及其機制 https://www.wellwiz.com.tw/food-projects</p>	<p><<老師指導查詢的科學原理>> 將洋菜膠冷凍，其目的在於脫水，促使果膠粒周圍的水化層發生變化，使原來膠粒表面吸附水減少，膠粒與膠粒易於結合而為鏈狀膠束。高度失水能加快膠束的凝聚，並相互交織，無定向地組成一種連接鬆弛的三維網路結構，在網路交界處形成無數空隙，由於氫鍵和分子間引力的作用，緊緊吸附著糖-水的分子。最終形成一種具有一定強度和結構類似海綿的凝膠體。</p>

貳、研究目的

實驗名稱	目的
一、耐酸實驗	測試吸管的耐酸程度
二、發霉實驗	測試吸管是否會發霉
三、吸水實驗	測試吸管的吸水程度
四、防水實驗	測試吸管的防水程度
五、掩埋實驗	測試吸管是否會自然分解
六、燃燒實驗	測試吸管燃燒後的變化
七、垂直耐壓實驗	測試吸管的耐重程度
八、耐拋實驗	測試吸管的耐拋程度
九、耐折實驗	測試吸管的耐折程度
十、輾壓實驗	測試吸管的輾壓程度
十一、內部光滑實驗	測試吸管的內部光滑程度
十二、熱熔實驗	測試吸管受熱後的外觀
十三、戳洞實驗	測試吸管是否能戳破薄膜
十四、餵魚實驗	測試吸管是否能被生物吃下
十五、耐衝擊實驗	測試吸管是否能耐衝擊

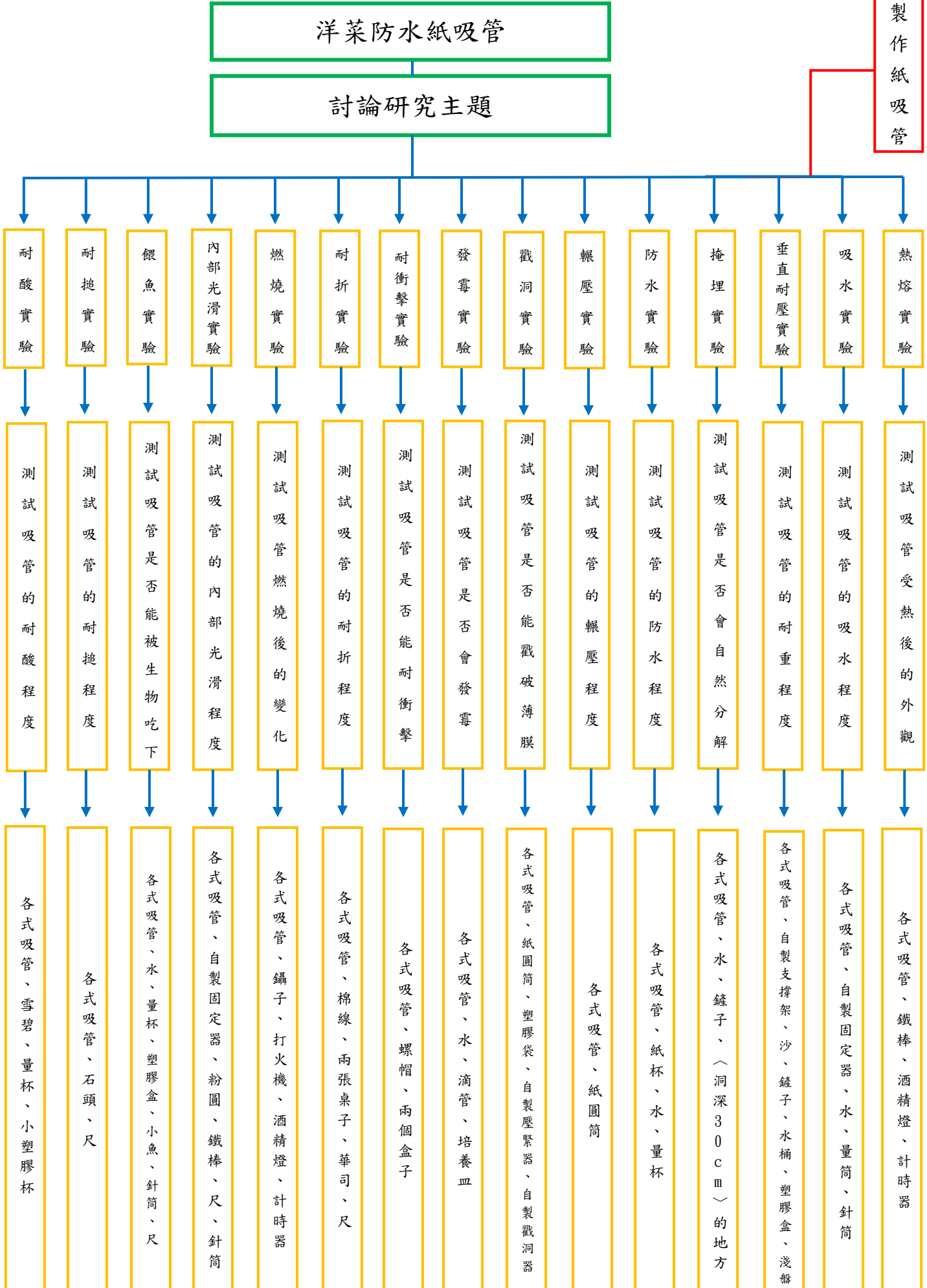
參、研究設備及器材

實驗名稱	器材
一、耐酸實驗	2cm 各式吸管 x5、雪碧 50mlx7、量杯、小塑膠杯 x7
二、發霉實驗	2cm 各式吸管 x5、水約 17.5ml、滴管、培養皿 x35
三、吸水實驗	各式吸管 x3、自製固定器、水、量筒、針筒
四、防水實驗	2cm 各式吸管 x5、紙杯 x7、水 80mlx7、量杯
五、掩埋實驗	各式吸管 x3、水、鏟子、洞(深 30cm、長 120cm、寬 25cm)
六、燃燒實驗	2cm 各式吸管 x5、鑷子、打火機、酒精燈、計時器
七、垂直耐壓實驗	各式吸管 3x3、自製支撐架、沙、計時器、量秤、量角器
八、耐拋實驗	各式吸管 x3、石頭、尺
九、耐折實驗	各式吸管 x3、棉線、桌子 x2、華司、計時器、尺
十、輾壓實驗	2cm 各式吸管 x5、滾筒
十一、內部光滑實驗	各式吸管 x3、自製固定器、粉圓 x35、鐵棒、尺、針筒
十二、熱熔實驗	2cm 各式吸管 x5、鐵棒、酒精燈、打火機
十三、戳洞實驗	各式吸管 x3、自製腳架、自製穩固器、自製壓緊器、量角器
十四、餵魚實驗	2cm 各式吸管 x5、水 10cm 高、量杯、塑膠盒 x5、小魚 x9、針筒
十五、耐衝擊實驗	各式吸管 x3、盒子 x2、螺帽 x10

肆、相關課程與實驗

科目	學期	單元	單元名稱	相關實驗
自然	5 下	第三單元	水溶液的性質	耐酸實驗
自然	6 上	第二單元	熱和我們的生活	燃燒、熱熔實驗
自然	5 上	第四單元	空氣與燃燒	燃燒實驗
自然	3 上	第二單元	生活中有趣的力	耐折、輾壓實驗
自然	5 上	第二單元	植物世界	掩埋實驗
自然	6 下	第一單元	力與運動	耐折、輾壓、耐衝擊、耐拋實驗
自然	5 上	第三單元	熱對物質的影響	燃燒、熱熔實驗
自然	4 下	第三單元	水的奇妙現象	防水、吸水實驗
自然	3 下	第一單元	小園丁學種菜	掩埋實驗
自然	5 下	第四單元	防鏽與食品保存	發霉實驗
自然	4 下	第三單元	連通管現象	內部光滑、吸水實驗

伍、流程圖



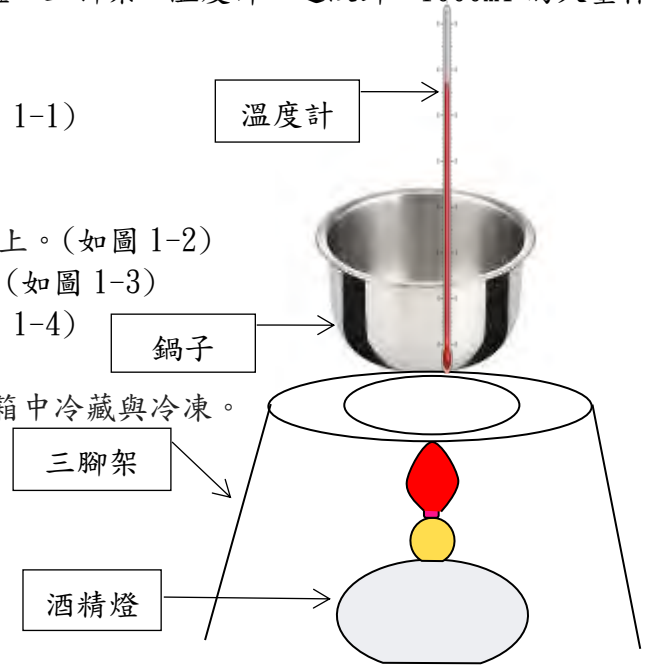
製作紙吸管

製作紙吸管



(一)實驗器材：洋菜 12g、水 1000ml、鍋子、酒精燈、三腳架、溫度計、迴紋針、1000ml 的大量杯、蓋子、吊架、大湯匙、計時器。

(二)實驗步驟：

1. 以塑膠棒捲製固定大小做成一支吸管。(如圖 1-1)
2. 內側塗抹漿糊黏著固定。(如圖 1-1)
3. 將每一支吸管編號備用。
4. 洋菜粉 12 克加入 1000ml 水，煮沸至 90°C 以上。(如圖 1-2)
5. 將自製吸管完整浸泡在洋菜溶液中 10 分鐘。(如圖 1-3)
6. 浸泡後的吸管，取出後逐一吊掛冷卻。(如圖 1-4)
7. 等待 30 分鐘，讓果凍膜凝固。
8. 將不同種類的吸管分別以淺盤裝盛，移入冰箱中冷藏與冷凍。



(三)實驗圖(照)片：

種類	內容			
	圖 1-1	圖 1-2	圖 1-3	圖 1-4
照片				
照片內容	我們用道林紙和粉彩紙製作紙吸管，我們用塑膠棒捲製固定大小，內側塗抹漿糊黏著固定。	我們正在煮洋菜，若洋菜結塊，我們會把它剁碎，並煮到 90 度，直到變成洋菜糊。	我們正在把各式吸管泡洋菜，每個地方都需要平均泡到洋菜，並用蓋子壓住。	泡完洋菜後，我們會把吸管掛起來晾乾，讓多餘的洋菜流出。

材料準備：

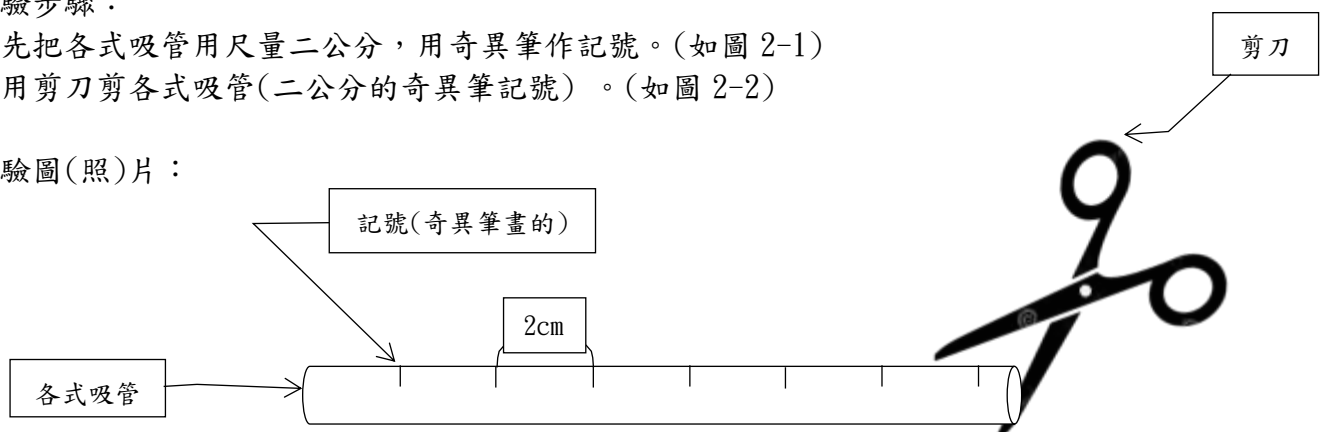
(a)：

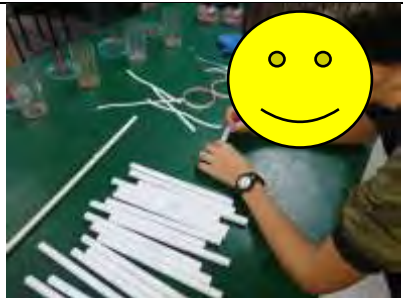

(一)實驗器材：剪刀、各式吸管、尺、奇異筆、小盒子。

(二)實驗步驟：

1. 先把各式吸管用尺量二公分，用奇異筆作記號。(如圖 2-1)
2. 用剪刀剪各式吸管(二公分的奇異筆記號)。(如圖 2-2)

(三)實驗圖(照)片：



種類	內容	
	圖 2-1	圖 2-2
照片		
照片內容	我們正在用奇異筆和尺標記，每 2 公分畫一條線。	我們正在剪各式吸管，剪下來的吸管都必須是 2 公分。

製作純洋菜吸管(108.06.10 最新研發)：

(b)：

(一)實驗目的：為了讓吸管可丟廚餘，甚至供人類食用、為了省下紙類資源。


(二)實驗器材：洋菜、水、保鮮膜、塑膠棒、吹風機、噴水器、溫度計、鍋子、酒精燈、打火機、三腳架。

(三)實驗步驟：

1. 先倒入分別是(6、7、8、9)克的洋菜至已倒入 500ml(水)的鍋子中。
2. 將洋菜慢慢攪拌，直到洋菜分解在水中。
3. 當洋菜分解後，將酒精燈放在鍋子底下加熱洋菜，加熱至 90 度。
4. 90 度後，倒入淺盤上等待凝固。
5. 凝固後，將洋菜膜冰入冷凍庫中冷凍。
6. 將冷凍後的洋菜膜取出，等待冰塊脫落。
7. 脫落後，將洋菜膜晾乾。
8. 晾乾後，我們將洋菜膜捲成一隻吸管(在塑膠棒外側包一層保鮮膜)，噴水固定。
9. 固定後，用吹風機吹乾，吹乾後，就成了洋菜吸管。

※為了讓吸管更好拔下，所以在塑膠棒外側包一層保鮮膜。

(四)實驗照片：

種類	內容	
	圖 2-3	
照片		
照片內容	我們用塑膠棒捲吸管，噴水固定，製成洋菜吸管。	

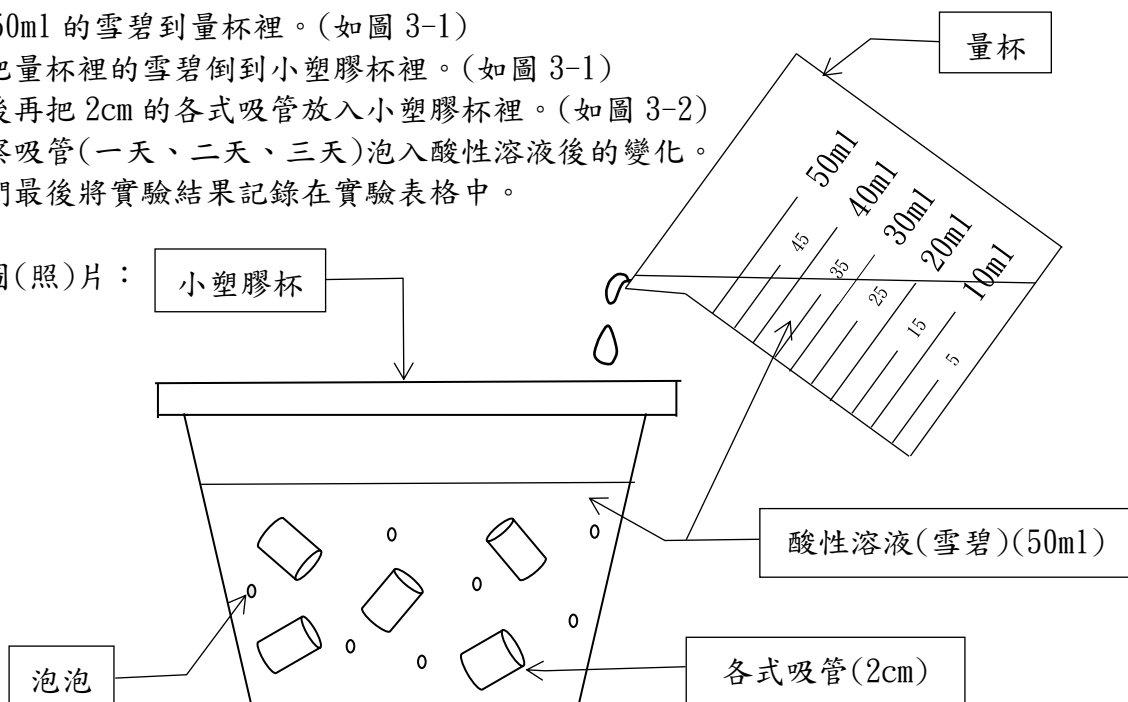
陸、實驗方法與結果

一、耐酸實驗

- (一) 實驗目的：我們要探討吸管耐酸程度。
- (二) 實驗器材：各式吸管、雪碧、量杯、小塑膠杯。
- (三) 實驗步驟：

1. 把 50ml 的雪碧到量杯裡。(如圖 3-1)
2. 再把量杯裡的雪碧倒到小塑膠杯裡。(如圖 3-1)
3. 之後再把 2cm 的各式吸管放入小塑膠杯裡。(如圖 3-2)
4. 觀察吸管(一天、二天、三天)泡入酸性溶液後的變化。
5. 我們最後將實驗結果記錄在實驗表格中。

(四) 實驗圖(照片)：



種類	內容		
	圖 3-1	圖 3-2	圖 3-3
照片			
照片內容	我們正在把雪碧倒到量杯裡，並準備平分到小塑膠杯裡。	我們正在把吸管放進裝有酸性溶液的小塑膠杯裡。	我們正在用保鮮膜和橡皮筋，封住開口，避免因灰塵或氣泡跑掉而影響實驗結果。

(五) 實驗表格：

(紀錄吸管泡過酸性溶液後的變化)

材質	道林紙 無洋菜	道林紙 有洋菜 冷藏	道林紙 有洋菜 冷凍	粉彩紙 無洋菜	粉彩紙 有洋菜 冷藏	粉彩紙 有洋菜 冷凍	市售吸管
第一天	些微膨脹	無變化	有些膨脹	全部爆開	些微膨脹	有些膨脹	無變化
第二天	些微膨脹	無變化	有些膨脹	全部爆開	全部爆開	全部爆開	無變化
第三天	些微膨脹	無變化	有些膨脹	全部爆開	全部爆開	全部爆開	無變化

(六) 實驗結論：

實驗後，我們發現我們做的吸管的道林紙有洋菜冷藏的耐酸程度最好，其次是道林紙有洋菜冷凍

>道林紙無洋菜>粉彩紙有洋菜冷凍>粉彩紙有洋菜冷藏>粉彩紙無洋菜，我們發現是因為道林紙較厚，所以才耐酸。

二、發霉實驗

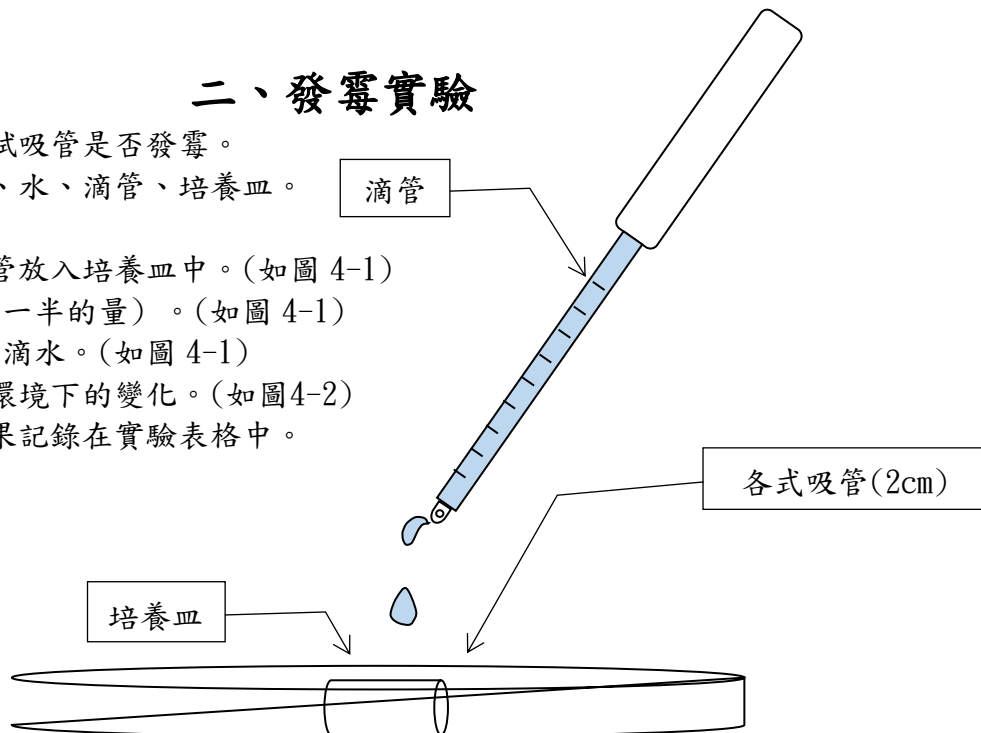
(一)實驗目的：我們要測試吸管是否發霉。

(二)實驗器材：各式吸管、水、滴管、培養皿。

(三)實驗步驟：

1. 先把 2cm 的各式吸管放入培養皿中。(如圖 4-1)
2. 用滴管裝水(大約至一半的量)。(如圖 4-1)
3. 在培養皿中滴入 10 滴水。(如圖 4-1)
4. 觀察吸管的在潮濕環境下的變化。(如圖 4-2)
5. 我們最後將實驗結果記錄在實驗表格中。

(四) 實驗圖(照片)：



種類	內容		
	圖 4-1	圖 4-2	圖 4-3
照片			
照片內容	我們先滴十滴水觀察變化。	我們正在進行實驗，另一個人正在記錄實驗結果。	我們要觀察這些吸管有無發霉，每天要滴十滴水並觀察。

(五)實驗表格：

(記錄吸管是否有發霉)

材質 次數	市售吸管	道林紙 無洋菜	道林紙 有洋菜 冷凍	道林紙 有洋菜 冷藏	粉彩紙 無洋菜	粉彩紙 有洋菜 冷凍	粉彩紙 有洋菜 冷藏
第一天	X	X	X	X	X	X	X
第二天	X	X	X	X	X	X	X
第三天	X	X	X	X	X	X	X
第四天	X	△	X	△	X	X	X
第五天	X	△	X	△	X	X	X
無發霉=X 有些發霉=△ 全部發霉=○							

(六)實驗結論：

實驗後，我們發現我們做的吸管的道林紙有洋菜冷凍、粉彩紙無洋菜、粉彩紙有洋菜冷凍、粉彩紙有洋菜冷藏的抗發霉程度最好，其次是道林紙無洋菜和道林紙有洋菜冷藏，雖然粉彩紙的抗發霉程度不錯，但是粉彩紙的表面有一層臘，所以道林紙有洋菜冷凍比粉彩紙好。

三、吸水實驗

(一)實驗目的：我們要探討吸管吸水程度。

(二)實驗器材：各式吸管、自製固定器、水、量筒、針筒。

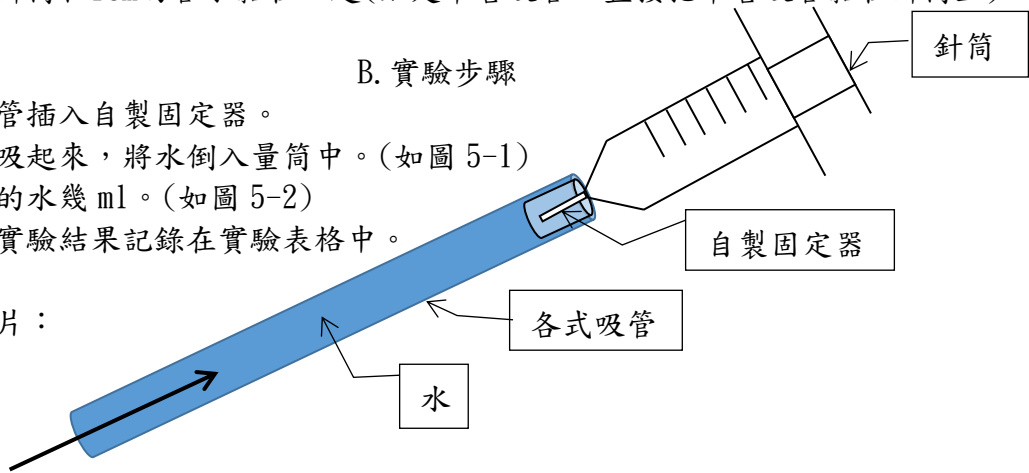
(三)實驗步驟：

A. 製作(自製固定器)的步驟



1. 用熱熔膠把針筒和1cm的管子黏在一起(如是市售吸管，直接把市售吸管黏在針筒上)。

B. 實驗步驟

1. 先將各式吸管插入自製固定器。
2. 用針筒將水吸起來，將水倒入量筒中。(如圖 5-1)
3. 觀察量筒中的水幾 ml。(如圖 5-2)
4. 我們最後將實驗結果記錄在實驗表格中。



(四) 實驗圖(照)片：

種類	內容	
	圖 5-1	圖 5-2
照片		
照片內容	我們正在進行吸水實驗，把活塞往上拉，並把吸到的水放入量筒中觀察。	我們正在觀察量杯裡的水有幾 ml。

(五)實驗表格：

單位(ml)

(紀錄吸管能吸幾 ml 的水)

次數 \ 材質	道林紙 無洋菜	道林紙 有洋菜 冷藏	道林紙 有洋菜 冷凍	粉彩紙 無洋菜	粉彩紙 有洋菜 冷凍	粉彩紙 有洋菜 冷藏	市售吸管
第 1 次	10	8	8	15	10	10	14
第 2 次	8	7	13	18	8	8	11
第 3 次	11	11	13	12	8	10	15
第 4 次	6	12	13	15	9	9	15
第 5 次	7	12	8	10	6	12	13
平均	8.4	10	11	14	8.2	9.8	13.6

(六)實驗結論：

實驗後，我們發現粉彩紙無洋菜的吸水程度最好，其次是道林紙有洋菜冷凍>道林紙有洋菜冷藏>粉彩紙有洋菜冷藏>道林紙無洋菜>粉彩紙有洋菜冷凍，觀察後，我們發現粉彩紙 無洋菜比市售好，可是因為粉彩紙無洋菜無法防水，所以先不考慮。道林紙有洋菜冷凍是除了無洋菜最好的，雖然沒有比市售好，但是只有一點點，所以可以接受。

四、防水實驗

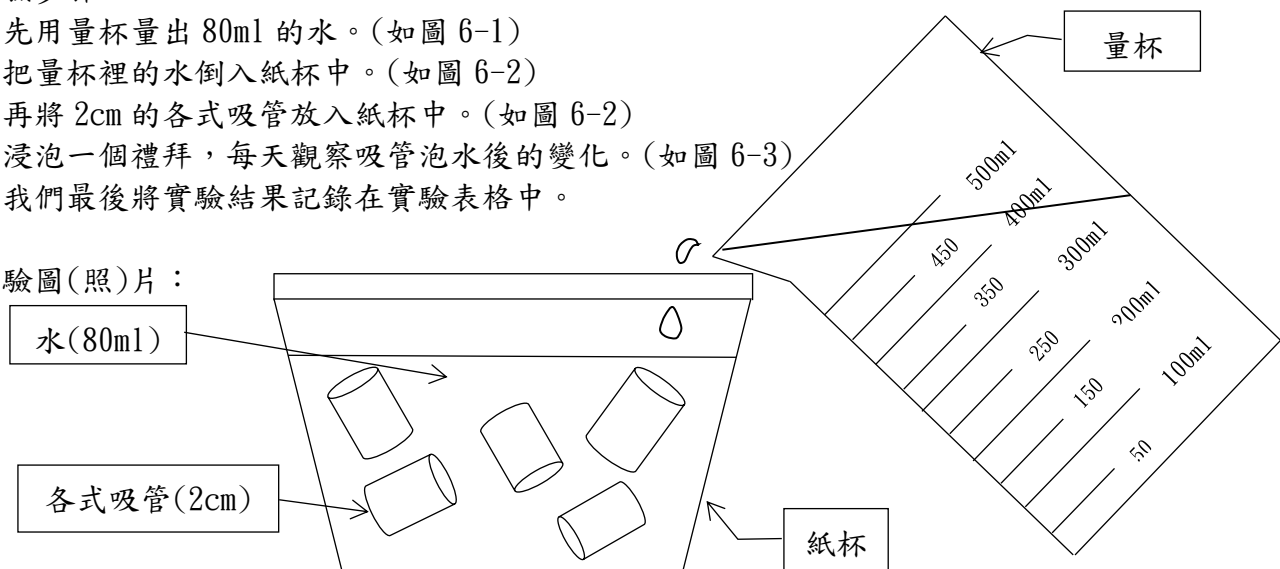
(一)實驗目的：我們要探討吸管防水程度。

(二)實驗器材：各式吸管、紙杯、水、量杯。

(三)實驗步驟：

1. 先用量杯量出 80ml 的水。(如圖 6-1)
2. 把量杯裡的水倒入紙杯中。(如圖 6-2)
3. 再將 2cm 的各式吸管放入紙杯中。(如圖 6-2)
4. 浸泡一個禮拜，每天觀察吸管泡水後的變化。(如圖 6-3)
5. 我們最後將實驗結果記錄在實驗表格中。

(四)實驗圖(照片)：



種類	內容		
	圖 6-1	圖 6-2	圖 6-3
照片			
照片內容	我們正在把水倒到紙杯裡。	正在準備要做防水實驗的吸管。	正在進行防水實驗的吸管。

(五)實驗表格：

(紀錄吸管泡水後的變化)

材質 天數	道林紙 無洋菜	道林紙 有洋菜 冷藏	道林紙 有洋菜 冷凍	粉彩紙 無洋菜	粉彩紙 有洋菜 冷藏	粉彩紙 有洋菜 冷凍	市售吸管
第一天	稍微膨脹	無異狀	無異狀	稍微膨脹	無異狀	無異狀	沒有變化
第二天	些微爆開	無異狀	無異狀	稍微膨脹	無異狀	無異狀	沒有變化
第三天	些微爆開	稍微膨脹	一點膨脹	些微爆開	一點膨脹	沒有變化	沒有變化
第四天	些微爆開	稍微膨脹	一點膨脹	些微爆開	一點膨脹	一點膨脹	沒有變化
第五天	有些爆開	稍微膨脹	一點膨脹	些微爆開	一點膨脹	一點膨脹	沒有變化
第六天	有些爆開	有些膨脹	有些膨脹	些微爆開	一點膨脹	一點膨脹	沒有變化

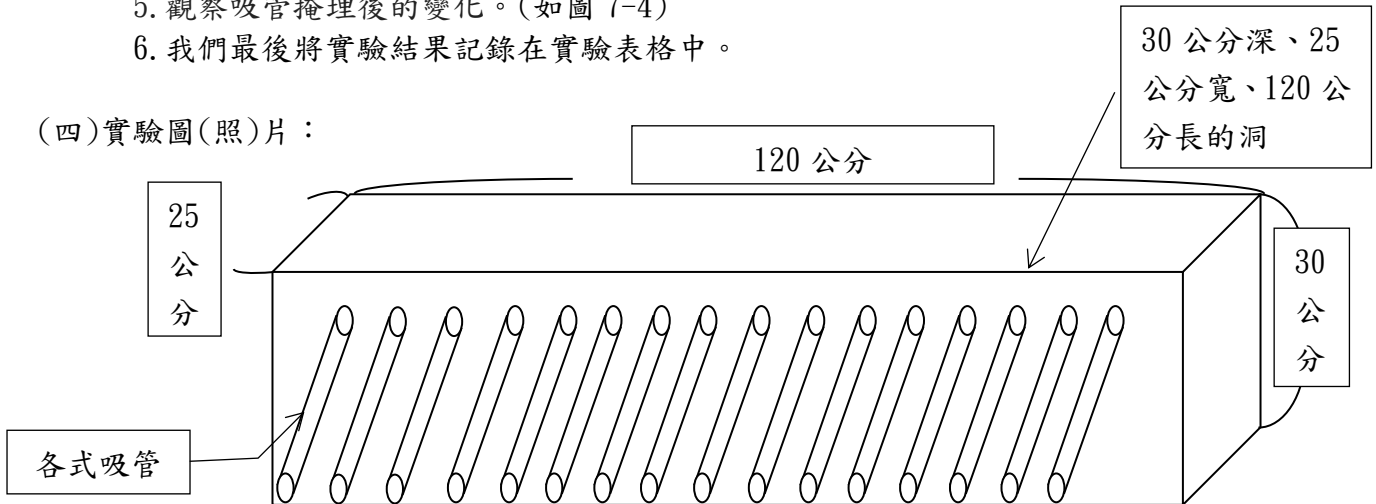
(六)實驗結論：





我們發現我們做的吸管是粉彩紙的防水程度最好，粉彩紙有洋菜冷藏>粉彩紙有洋菜冷凍>道林紙有洋菜冷凍和道林紙有洋菜冷藏。我們發現除了無添加洋菜的膨脹較明顯，就是粉彩紙有洋菜的比較好。雖然市售的泡水後完全無影響，但是自製洋菜防水紙吸管只有一些膨脹，具有耐水性，不會失去吸管功能，所以沒關係。

五、掩埋實驗

- (一) 實驗目的：我們要測試吸管是否自然分解。
- (二) 實驗器材：各式吸管、水、鏟子、一塊（30 公分深、25 公分寬、120 公分長）的地。
- (三) 實驗步驟：
1. 我們利用鏟子把一塊地挖到 30 公分深、25 公分寬、120 公分長。（如圖 7-1）
 2. 之後把各式吸管一個一個埋進土裡。（如圖 7-2）
 3. 再把土鋪回原來的模樣。
 4. 每天二桶水，平均灑直到 113 天後出土。
 5. 觀察吸管掩埋後的變化。（如圖 7-4）
 6. 我們最後將實驗結果記錄在實驗表格中。

(四) 實驗圖(照片)：



種類	(掩埋前)	
	圖 7-1	圖 7-2
照片		
照片內容	我們正在挖 30 公分深、25 公分寬、120 公分長的一塊地。	我們已把洞挖好，吸管也已經放好，把土鋪回原來的模樣。
種類	(掩埋後)	
	圖 7-3	圖 7-4
照片		
照片內容	我們正在將掩埋後的吸管挖出來並做觀察。	左邊是市售吸管(完好無損)；右邊是紙吸管(大多分解碎裂，少數看起來整支完好，表面破損，但是一拿起來就斷裂破碎)。

(五)實驗表格：
(紀錄掩埋後的變化)

材質 外觀	道林紙 無洋菜	道林紙 有洋菜 冷藏	道林紙 有洋菜 冷凍	粉彩紙 無洋菜	粉彩紙 有洋菜 冷藏	粉彩紙 有洋菜 冷凍	市售吸管
	顏色	咖啡色 有非常多 被撕裂的 痕跡	咖啡色 有非常多 被撕裂的 痕跡	咖啡色 有非常多 被撕裂的 痕跡	咖啡色 有非常多 被撕裂的 痕跡	咖啡色 有非常多 被撕裂的 痕跡	咖啡色 有非常多 被撕裂的 痕跡
形狀	已經看不 出來是吸 管了 看起來是 一根根的 木頭	已經看不 出來是吸 管了 看起來是 一根根的 木頭	已經看不 出來是吸 管了 看起來是 一根根的 木頭	已經看不 出來是吸 管了 看起來是 一根根的 木頭	已經看不 出來是吸 管了 看起來是 一根根的 木頭	已經看不 出來是吸 管了 看起來是 一根根的 木頭	無變化

(六)實驗結論：

實驗後，我們發現我們做的吸管的自然分解程度最好，市售的塑膠吸管完好無損，自製的紙吸管大多分解碎裂，少數看起來整支完好，表面破損，但是一拿起來就斷裂破碎。由此可證明市售吸管裡有非常多化學有毒物質，而我們的吸管則是非常能土壤分解，所以掩埋實驗我們大幅領先。

六、燃燒實驗




(一)實驗目的：我們要探討吸管燃燒後的變化。

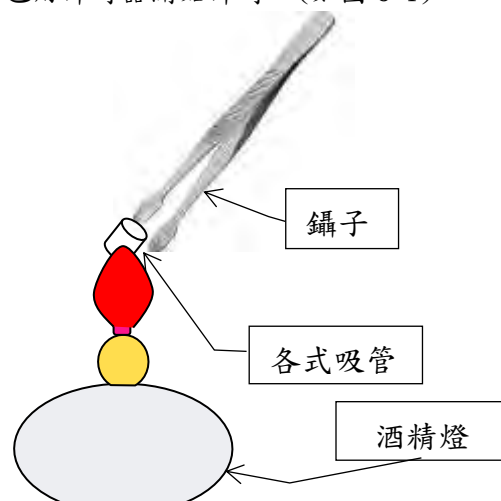
(二)實驗器材：各式吸管、鑷子、酒精燈、計時器。

(三)實驗步驟：

1. 先用打火機點燃酒精燈。
2. 再用鑷子將 2cm 的各式吸管放到酒精燈上面(火的中間)，同時也用計時器開始計時。(如圖 8-1)
3. 觀察各式吸管燃燒後的變化。(如圖 8-2)
4. 我們最後將實驗結果記錄在實驗表格中。

(四)實驗圖(照)片：

種類	內容		
	圖 8-1	圖 8-2	圖 8-3
照片			
照片內容	我們正在燃燒紙吸管。	觀察吸管燃燒時的變化。	將吸管放到酒精燈上燃燒。



(五)實驗表格：

(紀錄燃燒後的變化)

變化 材質	火焰的顏色	煙的顏色	燃燒時的氣味	灰燼的外觀	燃燒時間	補充說明
市售吸管	橘紅色	黑灰色	難聞的惡臭	黑色膠狀物滴落，是水滴狀	一、24秒 二、31秒 三、27秒 平均27.3秒	融化之後會沾黏在桌上，邊燒邊滴
道林紙 無洋菜	橘色	灰白色	燒金紙的味道，也像是炭烤的味道	灰白色	一、78秒 二、85秒 三、82秒 平均81.6秒	無
道林紙 有洋菜 冷凍	橘色	白色	燒金紙的味道，也像是炭烤的味道	黑灰色	一、78秒 二、77秒 三、74秒 平均76.3秒	無
道林紙 有洋菜 冷藏	橘紅色	乳白色	燒金紙的味道，也像是炭烤的味道	灰白色	一、94秒 二、95秒 三、94秒 平均94.3秒	無
粉彩紙 無洋菜	橘紅色	灰白色	燒金紙的味道，也像是炭烤的味道	黑灰色	一、88秒 二、83秒 三、91秒 平均87.3秒	無
粉彩紙 有洋菜 冷凍	紫橘色	黑灰色	燒金紙的味道，也像是炭烤的味道	黑灰偏白色	一、61秒 二、70秒 三、67秒 平均66秒	灰燼看得出是粉彩紙
粉彩紙 有洋菜 冷藏	紫橘色	黑灰色	燒金紙的味道也像是炭烤的味道	灰白色	一、80秒 二、76秒 三、57秒 平均71秒	無

(六)實驗結論：

實驗後，我們發現我們做的吸管，道林紙有洋菜冷藏的耐燃燒程度最好，其次是粉彩紙無洋菜>道林紙無洋菜>道林紙有洋菜冷凍>粉彩紙有洋菜冷藏>粉彩紙有洋菜冷藏，我們發現市售吸管燃燒時會產生難聞的惡臭與黑煙，而且融化後會有液體一直滴落到桌子上，要用鐵尺才能刮掉。

七、垂直耐壓實驗

(一)實驗目的：我們要探討吸管耐重程度。

(二)實驗器材：各式吸管、自製支撐架、沙、鏟子、塑膠盒、計時器。

(三)實驗步驟：

A. 製作(自製支撐架)的步驟

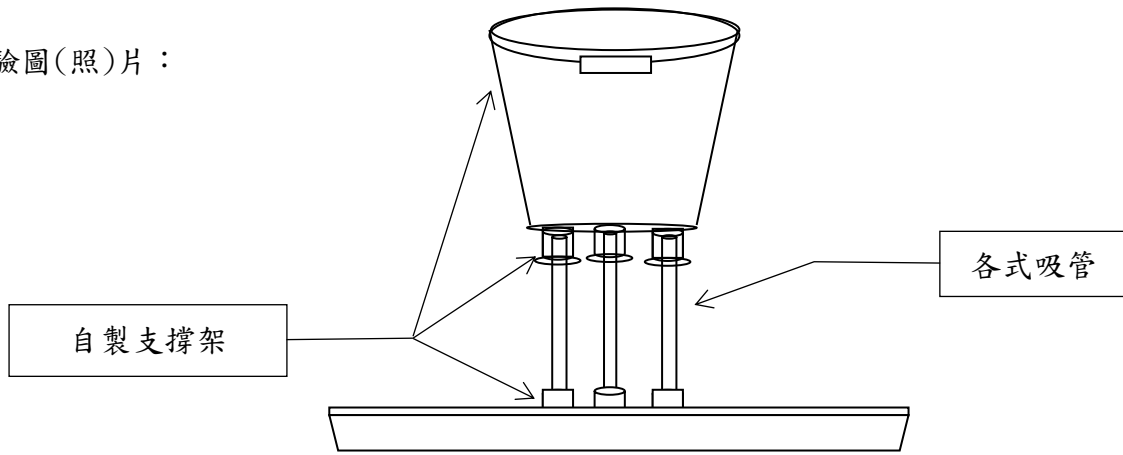
1. 用量角器量出 0、120、240 度的圓。(如圖 9-1)
2. 我們先在淺盤用奇異筆圍繞著圓柱筒畫一個圓形。(如圖 9-1)
3. 用熱熔膠將圓柱筒黏在圓形裡面。(如圖 9-2)
4. 之後用熱熔膠將華司黏在圓柱筒上方。(如圖 9-2)
5. 再用 2、3 步驟的方法把圓柱筒、華司黏在水桶的下方。
6. 之後將吸管固定在水桶和淺盤上的支撐架(要對齊，並確實固定)。

B. 實驗步驟

1. 先把 5kg 的沙放入水桶裡。(如圖 9-3)
2. 靜置 20 秒後，再將 1kg 的沙放入水桶裡。(如圖 9-3)
3. 若以到達 10kg 後，改為靜置 30 秒。(如圖 9-3)
4. 到達 15kg 後，改為放置 500g 的沙。(如圖 9-3)

5. 當到達 20kg 後，改為靜置 1 分鐘。(如圖 9-3)
 6. 當吸管已傾斜時，改為放置 100g 的沙。(如圖 9-3)
 7. 觀察吸管何時彎曲倒塌。(如圖 9-4)
 8. 我們最後將實驗結果記錄在實驗表格中。
- ※假如說一個水桶滿了，我們就會把墊板放在已經滿的水桶的上面。
 ※若到達 35kg 時，將不再記錄。

(四)實驗圖(照片)：



(五)實驗表格：

單位(kg)

(以 35kg 為最大單位)

(紀錄吸管的耐重程度)

材質 \ 次數	第一次	第二次	第三次	平均
道林紙 無洋菜	14	大於 35	21	23.3
道林紙 有洋菜 冷凍	27	34	19	26.6
道林紙 有洋菜 冷藏	20	21	21	20.6
粉彩紙 無洋菜	10.5	19.4	31.1	20.3
粉彩紙 有洋菜 冷凍	29	14	21	21.3
粉彩紙 有洋菜 冷藏	14	13	27	18
市售吸管	8	11	7	8.66

(六)實驗結論：

實驗後，我們發現我們做的吸管的道林紙有洋菜冷凍的耐重程度最好，其次是道林紙無洋菜>粉彩紙有洋菜冷凍>道林紙有洋菜冷藏>粉彩紙無洋菜>粉彩紙有洋菜冷藏，觀察後，我們發現市售吸管的耐重程度不太好，而我們的公斤數沒有低於 10kg，所以我們的吸管比較能耐重。

種類	內容			
	圖 9-1	圖 9-2	圖 9-3	圖 9-4
照片				
照片內容	我們正用量角器量自製固定器要黏的位置。	我們正在用奇異筆描吸管的圓周，再次確認自製固定器所黏的位置。	我們正在倒沙，另一個人在秤沙的重量。	吸管因無法支撐重量而彎曲倒塌。

的耐重程度不太好，而我們的公斤數沒有低於 10kg，所以我們的吸管比較能耐重。

八、耐搥實驗

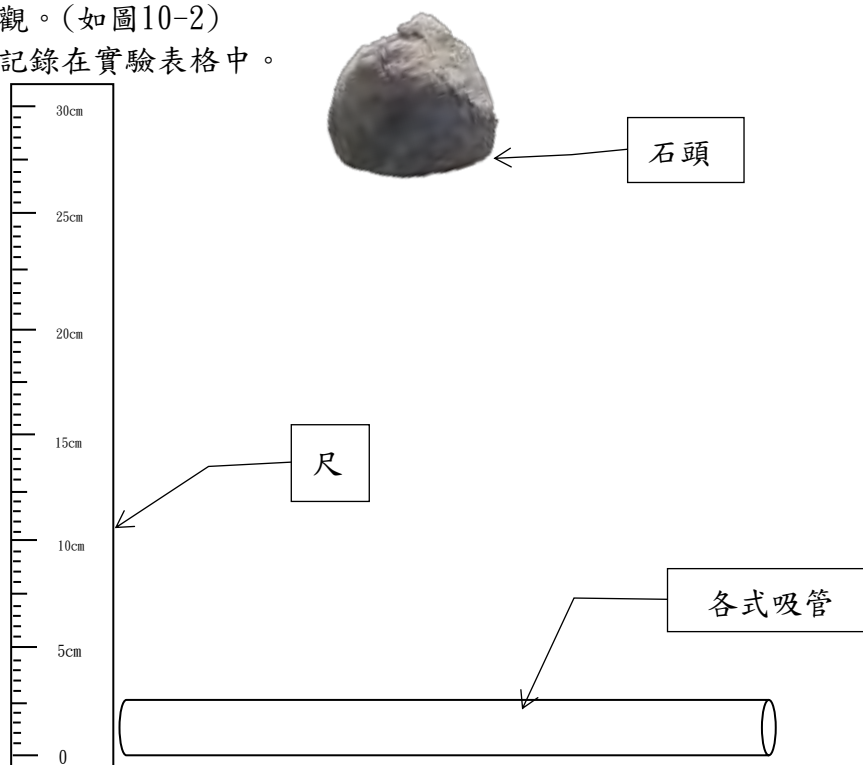
(一)實驗目的：我們要探討吸管耐搥程度。



(二)實驗器材：各式吸管、石頭、鐵尺。

(三)實驗步驟：

1. 找一塊石頭，清洗乾淨後晾乾。
2. 把石頭放在吸管上方 30 公分處(用尺量)。(如圖 10-1)
3. 把石頭丟下去壓吸管。(如圖 10-2)
4. 觀察吸管搥擊後的外觀。(如圖10-2)
5. 我們最後將實驗結果記錄在實驗表格中。

(四)實驗圖(照片)：



種類	內容	
	圖 10-1	圖 10-2
照片		
照片內容	我們正在把石頭從 30 公分處丟下。	我們正在觀察吸管的變化。

(五)實驗表格：

(紀錄吸管搥擊後的外觀)

材質	道林紙 無洋菜	道林紙 有洋菜 冷凍	道林紙 有洋菜 冷藏	粉彩紙 無洋菜	粉彩紙 有洋菜 冷凍	粉彩紙 有洋菜 冷藏	市售吸管
外觀							
扁掉的程度	全部扁掉	全部扁掉	全部扁掉	全部扁掉	全部扁掉	全部扁掉	無扁掉
裂開的程度	無裂開	無裂開	無裂開	無裂開	無裂開	無裂開	有裂開

(六)實驗結論：

實驗後，我們發現我們做的吸管會扁掉是因為紙的纖維易折，才會扁掉，但因為很厚所以有些會恢復一點；而市售吸管之所以裂開是因為塑膠的比較易脆，不耐搥擊。

九、耐折實驗

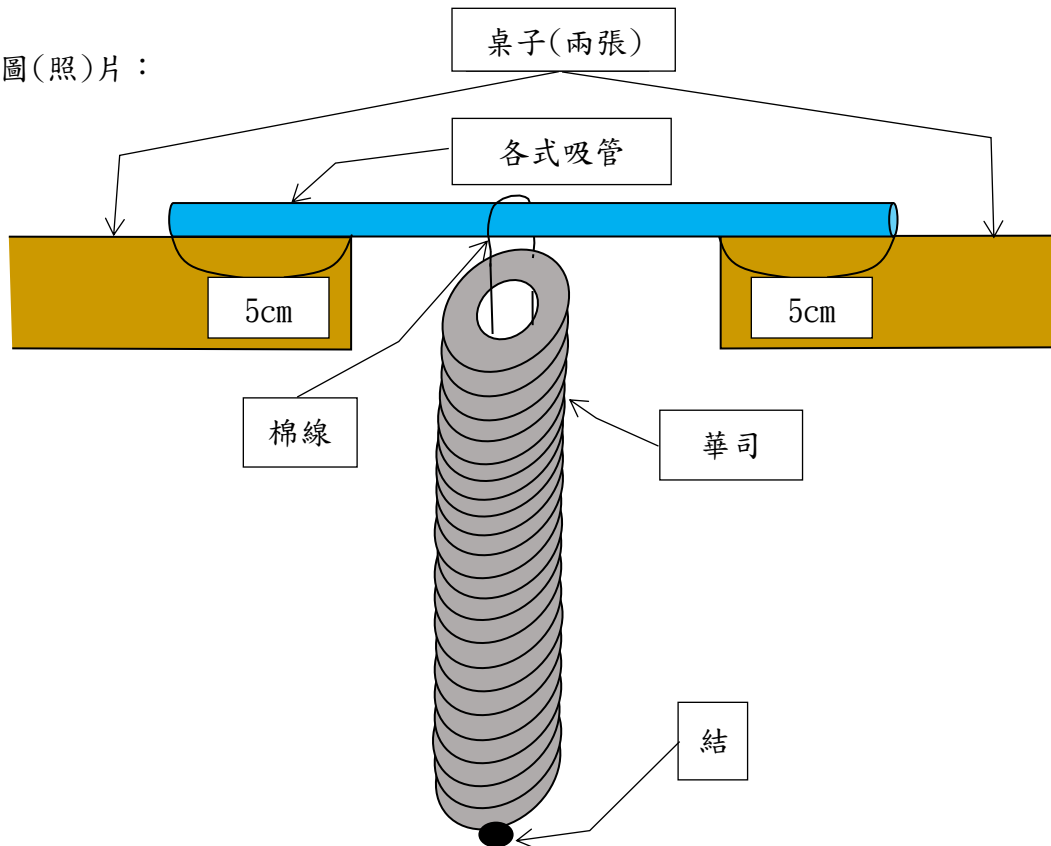
(一)實驗目的：探討吸管的耐折程度。

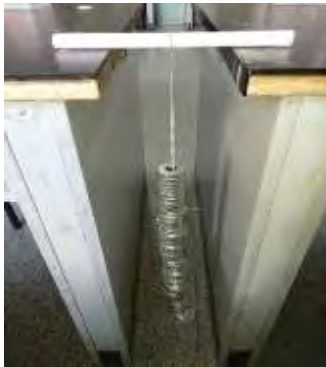

(二)實驗器材：桌子(兩張)、棉線、華司、各式吸管、尺。

(三)實驗步驟：

1. 先讓兩張桌子平行。(如圖 11-1)
 2. 把各式吸管後、前頭 5cm 放在桌子上。(如圖 11-1)
 3. 將棉線綁在各式吸管的中间處。(如圖 11-1)
 4. 在棉線中間先掛 50 個華司，在依序加華司。(如圖 11-1)
 5. 觀察吸管在放幾個華司的時候會支撐不住而墜落。(如圖 11-2)
 6. 我們最後將實驗結果記錄在實驗表格中。
- ※我們會先在棉線最下方綁一個結固定華司。

(四)實驗圖(照片)：



種類	內容	
	圖 11-1	圖 11-2
照片		
照片內容	我們正在進行耐折實驗，要注意兩張桌子必須平行，且要隨時觀察吸管是否彎曲歪斜。	左邊是做完的市售吸管；右邊是做完的紙吸管。

(五)實驗表格：

單位(個)

(1 個華司 16g)

以 140 個華司為最大單位

(紀錄能耐多重)

材質 次數	道林紙 無洋菜	道林紙 有洋菜 冷藏	道林紙 有洋菜 冷凍	粉彩紙 無洋菜	粉彩紙 有洋菜 冷藏	粉彩紙 有洋菜 冷凍	市售吸管
第一次	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	95
第二次	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	90
第三次	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	105
第四次	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	100
第五次	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	95
平均	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	大於 140	97

(六)實驗結論：

實驗後，我們發現我們做的吸管的所有材質的耐折程度都是最好的，然後我們發現市售吸管的耐折程度不太佳，觀察後，因為我們的厚度比市售吸管厚很多，而市售吸管只有薄薄的一層，所以我們才會贏。

十、輾壓實驗

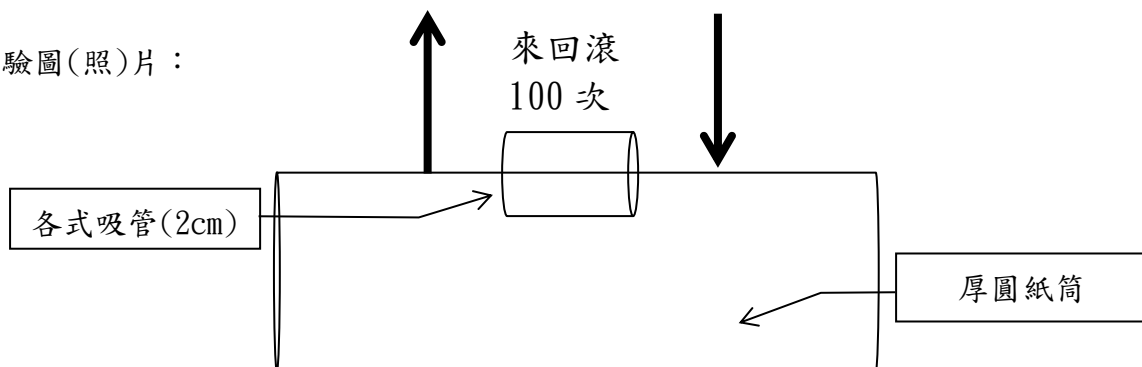
(一)實驗目的：我們要探討吸管輾壓程度。

(二)實驗器材：各式吸管、紙圓筒。

(三)實驗步驟：

1. 用紙圓筒輾壓 2cm 的各式吸管 100 次。(如圖 12-1)
2. 觀察吸管輾壓後的變化。(如圖 12-2)
3. 我們最後將實驗結果記錄在實驗表格中。

(四)實驗圖(照片)：



種類	內容	
	圖12-1	圖12-2
照片		
照片內容	我們正在進行輾壓實驗，先來回滾100次，然後觀察吸管扁掉和碎裂的程度。	在小塑膠杯裡的吸管是準備要實驗的，而夾鏈袋裡的吸管是做完實驗準備要觀察的。

(五)實驗表格：

(紀錄吸管輾壓後的外觀)

材質 變化	道林紙 無洋菜	道林紙 有洋菜 冷凍	道林紙 有洋菜 冷藏	粉彩紙 無洋菜	粉彩紙 有洋菜 冷凍	粉彩紙 有洋菜 冷藏	市售吸管
扁掉的 程度	扁掉但是會 稍微回復成 吸管樣子	扁掉但是會 稍微回復成 吸管樣子	扁掉但是會 稍微回復成 吸管樣子	扁掉但是會 稍微回復成 吸管樣子	扁掉但是會 稍微回復成 吸管樣子	扁掉但是會 稍微回復成 吸管樣子	會恢復不 會扁掉
裂開的 程度	無裂開	無裂開	無裂開	無裂開	無裂開	無裂開	有裂開的 縫

(六)實驗結論：

實驗後，我們發現我們做的吸管會扁掉但是會稍微回復成吸管樣子，扁掉可能是因為紙的纖維易折，才會扁掉，但因為很厚所以有些會恢復一點；而市售吸管之所以裂開是因為塑膠的材料比較硬脆，而且較薄，來回輾壓100次就裂開了。

十一、內部光滑實驗

(一)實驗目的：我們要測試吸管是否內部光滑。

(二)實驗器材：各式吸管、自製固定器、粉圓、鐵棒、尺、針筒。

(三)實驗步驟：

A. 製作(自製固定器)的步驟

1. 用熱熔膠把針筒和1cm的管子黏在一起(如是市售吸管，直接把市售吸管黏在1cm的管子上)。

B. 實驗步驟

1. 先將各式吸管插入自製固定器。(如圖13-1)

2. 用針筒把粉圓吸起來，用尺量粉圓的位置。(如圖13-2)

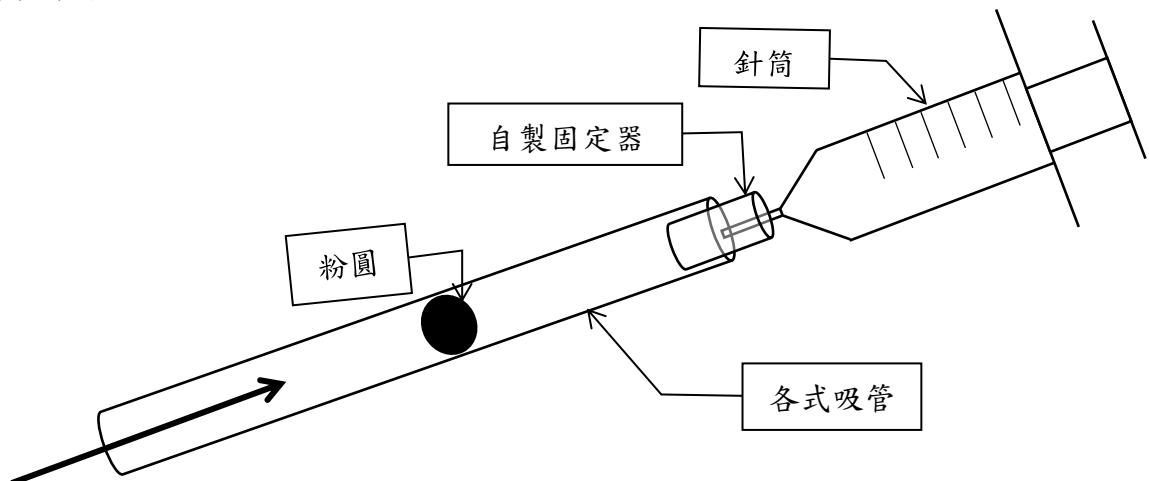
3. 觀察粉圓的位置是幾cm。



4. 我們最後將實驗結果記錄在實驗表格中。

※每做完一次就要清洗。

※若粉圓在吸管裡，可用鐵棒和尺測量(從插針筒的那一頭放入鐵棒，碰到粉圓，就做記號，把鐵棒拿出來，放到尺上，紀錄從碰到粉圓的那一頭到做記號的地方有幾cm)。

(四)實驗圖(照片)：



種類	內容	
	圖 13-1	圖 13-2
照片		
照片內容	這是我們的自製固定器，用它來測試吸管內部的光滑程度。	我們正在測試吸管內部的光滑程度。

(五)實驗表格：

單位(cm)

(紀錄粉圓的位置)

材質 次數	道林紙 無洋菜	道林紙 有洋菜 冷藏	道林紙 有洋菜 冷凍	粉彩紙 無洋菜	粉彩紙 有洋菜 冷凍	粉彩紙 有洋菜 冷藏	市售吸管
第 1 次	20.5	6	20.5	20.5	20.5	9.5	20.5
第 2 次	20.5	3	20.5	20.5	20	11	20.5
第 3 次	20.5	9	20.5	20.5	19.7	12	20.5
第 4 次	20.5	9	17.1	20.5	20.1	11	20.5
第 5 次	20.5	9	20.5	20.5	20.5	13	20.5
平均	20.5	7.2	19.82	20.5	20.16	11.3	20.5

(六)實驗結論：

實驗後，我們發現我們做的吸管的道林紙無洋菜和粉彩紙無洋菜內部的光滑程度最好，其次是粉彩紙有洋菜冷凍>道林紙有洋菜冷凍>粉彩紙有洋菜冷藏>道林紙有洋菜冷藏，觀察後，我們發現沒泡洋菜的紙吸管是最好的，可是因為沒泡洋菜無法防水，所以暫時先不考慮。如果以有泡洋菜來看，最強的就是粉彩紙有洋菜冷凍，所以我們的光滑度粉彩紙有洋菜冷凍輸市售吸管一點點。

十二、熱熔實驗

(一)實驗目的：我們要探討吸管受熱後的外觀。

(二)實驗器材：各式吸管、鐵棒、酒精燈、計時器。

(三)實驗步驟：

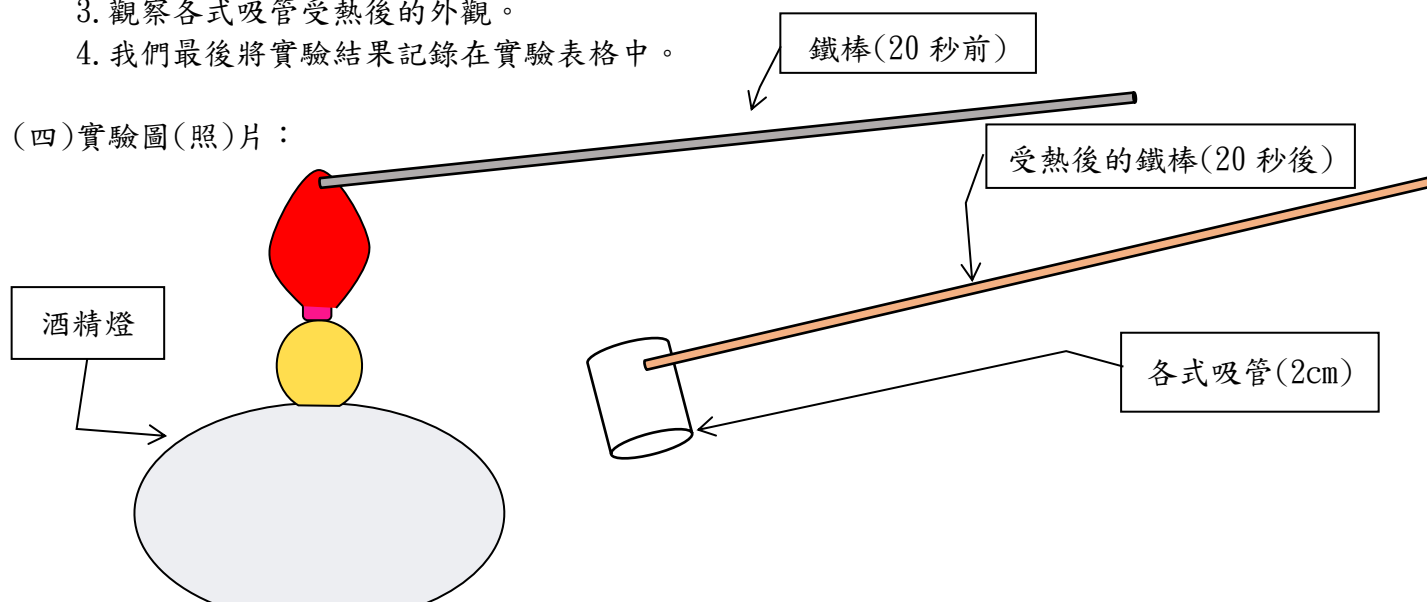
1. 先將鐵棒移置酒精燈上方，並用計時器計時(20 秒)。(如圖 14-1)

2. 20 秒後，將鐵棒移置 2cm 的各式吸管上，並用計時器計時(10 秒)(每做一次換一根鐵棒)。(如圖 14-2)

3. 觀察各式吸管受熱後的外觀。

4. 我們最後將實驗結果記錄在實驗表格中。

(四)實驗圖(照片)：



種類	內容	
	圖 14-1	圖 14-2
照片		
照片內容	我們正在進行熱熔實驗，加熱後的鐵棒把塑膠吸管黏住了。	我們正在用酒精燈加熱鐵棒，鐵棒握住的地方會用膠帶網綁，避免因熱傳導而燙傷。

(五)實驗表格：

(紀錄吸管受熱後的外觀)

材質 外觀	道林紙 無洋菜	道林紙 有洋菜 冷藏	道林紙 有洋菜 冷凍	粉彩紙 無洋菜	粉彩紙 有洋菜 冷藏	粉彩紙 有洋菜 冷凍	市售吸管
顏色	稍微有一點焦黑	有一點焦黑	無變化	稍微有一點焦黑	無變化	無變化	無變化
有無破洞	無變化	無變化	無變化	無變化	無變化	無變化	有一個很大的破洞

(六)實驗結論：

我們發現我們做的吸管的道林紙有洋菜冷凍和粉彩紙有洋菜冷凍和粉彩紙有洋菜冷凍的耐熱程度最好，其次是粉彩紙無洋菜和道林紙無洋菜>道林紙有洋菜冷藏，觀察後，我們發現市售吸管因為只有薄薄的一層，又是塑膠材質較不耐高溫接觸，所以一下就破了。

十三、戳洞實驗

(一)實驗目的：我們要測試吸管是否能戳破薄膜。

(二)實驗器材：各式吸管、自製壓緊器、自製戳洞器、小紙圓筒、塑膠袋。

(三)實驗步驟：

A. 製作(自製壓緊器)的步驟

1. 先把透明塑膠蓋放到紙圓筒上。
2. 用奇異筆描出紙圓筒的圓周。
3. 再用美工刀割下透明塑膠蓋(奇異筆線以內)。

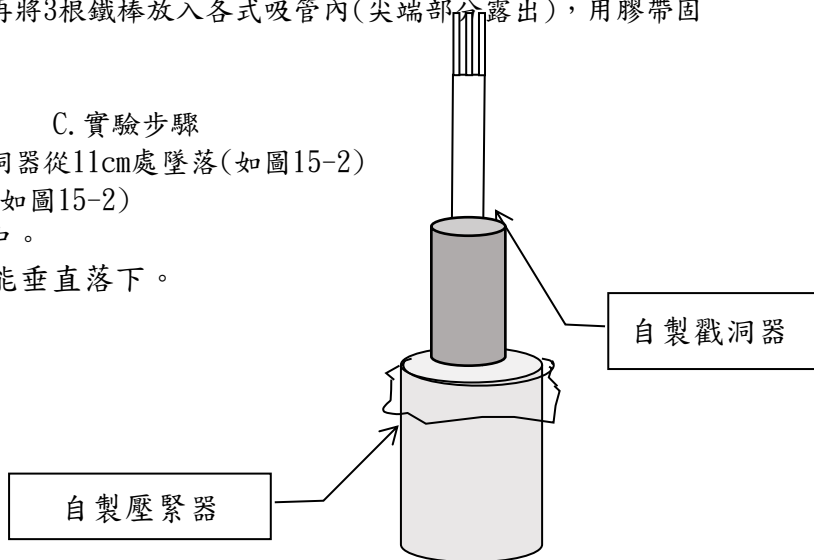
B. 製作(自製戳洞器)步驟



1. 用量角器量是受吸管是幾度(40度)，再將3根鐵棒放入各式吸管内(尖端部分露出)，用膠帶固定(捆10圈)。(如圖15-1)

C. 實驗步驟

1. 將自製壓緊器放在正下方，用自製戳洞器從11cm處墜落(如圖15-2)
 2. 記錄各式吸管最多能戳破幾層薄膜。(如圖15-2)
 3. 我們最後將實驗結果記錄在實驗表格中。
- ※我們會拿小紙圓桶，讓自製戳洞器能垂直落下。

(四)實驗圖(照片)：



種類	內容	
	圖 15-1	圖 15-2
照片		
照片內容	這是已經剪成尖頭的吸管。	正在進行戳洞實驗，測試吸管能戳破幾層薄膜。

(五)實驗表格：

單位(層數)

(紀錄吸管最多能戳破幾層薄膜)

材質 次數	道林紙 無洋菜	道林紙 有洋菜 冷藏	道林紙 有洋菜 冷凍	粉彩紙 無洋菜	粉彩紙 有洋菜 冷藏	粉彩紙 有洋菜 冷凍	市售吸管
第一次	4	4	8	6	4	4	5
第二次	5	4	5	4	5	5	6
第三次	5	4	5	4	5	5	5
平均	4.6	4	6	4.6	4.6	4.6	5.3

(六)實驗結論：

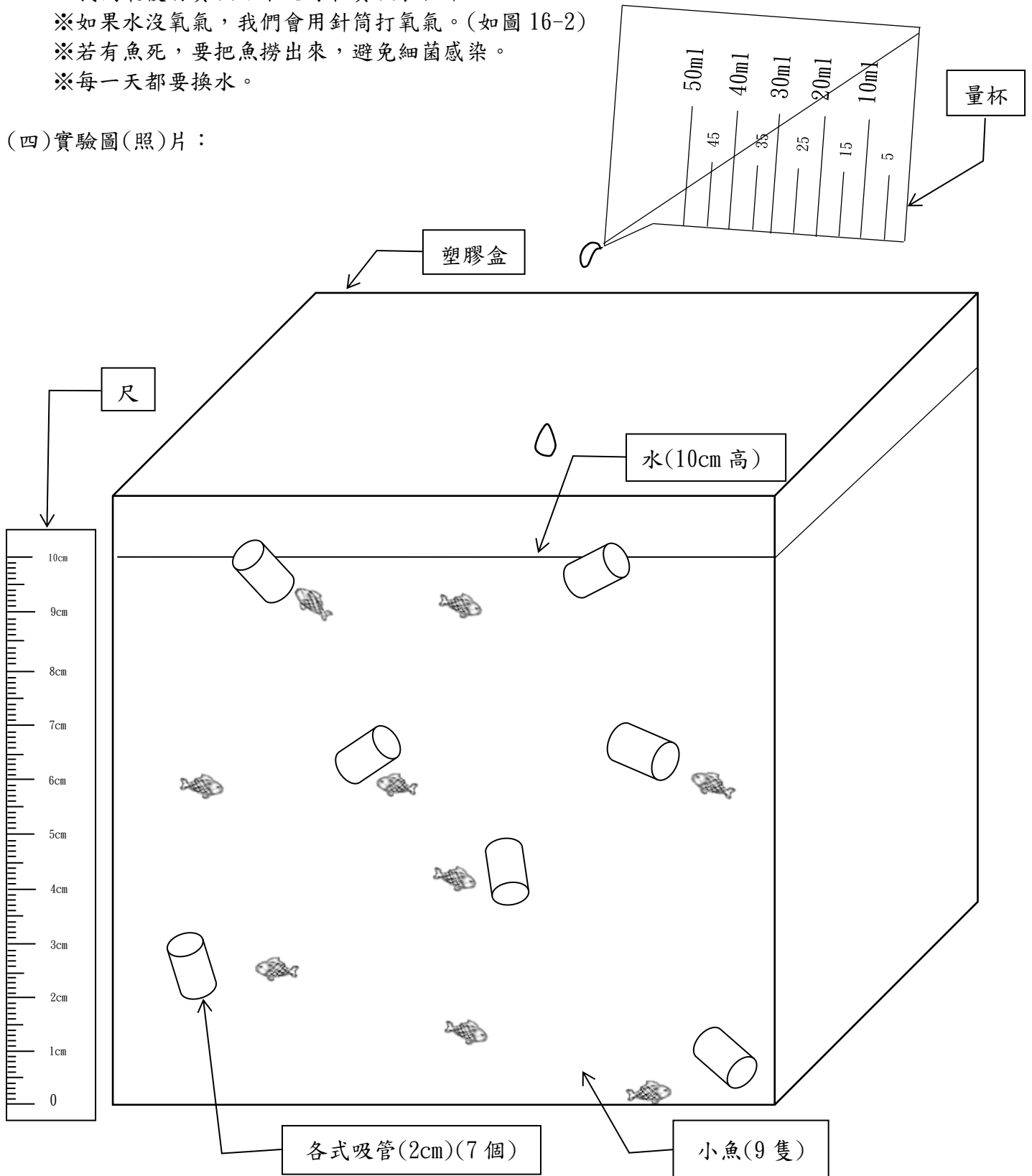
實驗後，我們發現我們做的吸管的道林紙有洋菜冷凍能戳破最多膜，其次是道林紙無洋菜、粉彩紙無洋菜、粉彩紙有洋菜冷藏和粉彩紙有洋菜冷凍>道林紙有洋菜冷藏。



十四、餵魚實驗

- (一)實驗目的：我們要測試吸管是否釋放毒性。
- (二)實驗器材：各式吸管、水、量杯、塑膠盒、小魚、針筒、尺。
- (三)實驗步驟：

1. 先將10cm水倒入塑膠盒中。(如圖16-1)
 2. 再把2cm的各式吸管放進塑膠盒裡(7個)。
 3. 之後將小魚分別放入塑膠盒中(9隻魚)。
 4. 觀察吸管(1天、2天、3天)被魚啃咬後的外觀。
 5. 我們最後將實驗結果記錄在實驗表格中。
- ※如果水沒氧氣，我們會用針筒打氧氣。(如圖16-2)
- ※若有魚死，要把魚撈出來，避免細菌感染。
- ※每一天都要換水。

(四)實驗圖(照片)：



種類	內容	
	圖 16-1	圖 16-2
照片		
照片內容	我們在量水的高度。	我們每天打氣，補充氧氣。

(五)實驗表格：

(計錄吸管被魚啃咬後的外觀)

材質 時間	道林紙 無洋菜	道林紙 有洋菜 冷藏	道林紙 有洋菜 冷凍	粉彩紙 無洋菜	粉彩紙 有洋菜 冷藏	粉彩紙 有洋菜 冷凍	市售吸管
第1天	有一點啃咬的痕跡	無咬痕	邊邊有些微試咬的痕跡	邊邊有非常多試咬的痕跡	有一點試咬的痕跡	無咬痕	無咬痕
第2天	邊邊有些微啃咬的痕跡	邊邊有些微啃咬的痕跡	邊邊有些微啃咬的痕跡	邊邊有非常多啃咬的痕跡	有一點啃咬的痕跡	無咬痕	無咬痕
第3天	邊邊有些微啃咬的痕跡	邊邊有些微啃咬的痕跡	邊邊有些微啃咬的痕跡	已經快要被啃爛	有一些啃咬的痕跡	無咬痕	無咬痕
第4天	已經被魚咬爛了	中間有些微啃咬的痕跡	中間有些微啃咬的痕跡	已經被魚咬爛了	有一些啃咬的痕跡	無咬痕	無咬痕
第5天	已經被魚咬爛了	中間有些微啃咬的痕跡	已經被魚咬爛了	已經被魚咬爛了	已經被魚咬爛了	有一些啃咬的痕跡	無咬痕

(六)實驗結論：

實驗後，我們發現我們做的吸管的道林紙無洋菜、道林紙有洋菜冷凍、粉彩紙無洋菜、粉彩紙有洋菜冷藏最受魚的喜愛，其次是和粉彩紙有洋菜冷凍>道林紙有洋菜冷藏，觀察後，我們發現我們的吸管都有被魚咬過的痕跡；反而市售吸管沒有被咬過的痕跡，證明我們的吸管比市售吸管的環保。

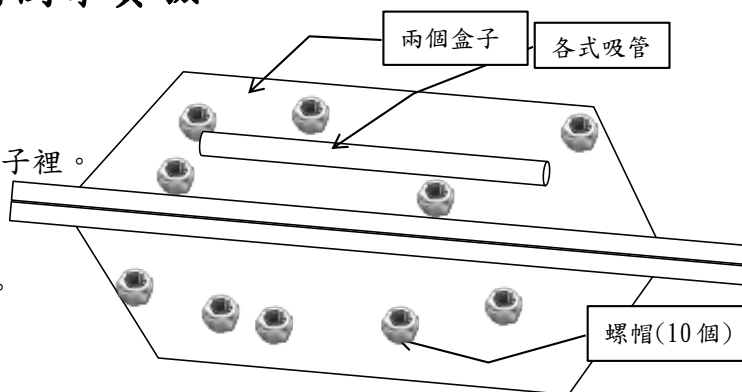
十五、耐衝擊實驗

(一)實驗目的：我們要探討吸管耐衝擊程度。

(二)實驗器材：各式吸管、兩個盒子、螺帽。

(三)實驗步驟：

1. 先把 10 顆螺帽和各式吸管放到其中一個盒子裡。
(如圖 17-1)
2. 再把另外一個盒子蓋上。(如圖 17-2)
3. 用力搖 100 下，觀察吸管受衝擊後的變化。
(如圖 17-2)
4. 我們最後將實驗結果記錄在實驗表格中。



(四)實驗圖(照)片：

種類	內容	
	圖 17-1	圖 17-2
照片		
照片內容	我們正準備要進行耐衝擊實驗，需要一根吸管，兩個盒子和十個螺帽。	我們正在進行實驗，另一個人在記錄實驗結果。

(五)實驗表格：

(紀錄吸管受衝擊後的外觀)

材質 變化	道林紙 無洋菜	道林紙 有洋菜 冷凍	道林紙 有洋菜 冷藏	粉彩紙 無洋菜	粉彩紙 有洋菜 冷凍	粉彩紙 有洋菜 冷藏	市售吸管
扁掉的程度	無變化	中間和尾端 已被壓平	整隻稍微 扁掉	中間和前端 已被壓平	無變化	中間和前端 已被壓平	無變化
碎裂的程度	無變化	無變化	無變化	無變化	無變化	無變化	有非常多細 長的裂痕

(六)實驗結論：

實驗後，我們發現我們做的吸管的道林紙無洋菜和粉彩紙有洋菜冷藏的耐衝擊程度最好，其次是道林紙有洋菜冷藏>道林紙有洋菜冷凍、粉彩紙無洋菜和粉彩紙有洋菜冷藏，觀察後，我們贏過市售吸管，而且我們的完全無碎裂。

柒、討論

1. 耐酸實驗：

我們發現我們做的吸管的道林紙有洋菜冷藏的耐酸程度最好，其次是道林紙有洋菜冷凍>道林紙無洋菜>粉彩紙有洋菜冷凍>粉彩紙有洋菜冷藏>粉彩紙無洋菜我們發現是因為道林紙較厚，所以才耐酸。

2. 發霉實驗：

我們發現我們做的吸管的道林紙有洋菜冷凍、粉彩紙無洋菜、粉彩紙有洋菜冷凍、粉彩紙有洋菜冷藏的抗發霉程度最好，其次是道林紙無洋菜和道林紙有洋菜冷藏，雖然粉彩紙的抗發霉程度不錯，但是粉彩紙的表面有一層臘，所以道林紙有洋菜冷凍比粉彩紙好。

3. 吸水實驗：

我們發現粉彩紙無洋菜的吸水程度最好，其次是道林紙有洋菜冷凍>道林紙有洋菜冷藏>粉彩紙有洋菜冷藏>道林紙無洋菜>粉彩紙有洋菜冷凍我們發現粉彩紙無洋菜比市售好。

4. 防水實驗：

我們發現我們做的吸管是粉彩紙的防水程度最好，粉彩紙有洋菜冷藏>粉彩紙有洋菜冷凍>道林紙有洋菜冷凍和道林紙有洋菜冷藏。我們發現除了無添加洋菜的膨脹較明顯，就是粉彩紙有洋菜的比較好。雖然市售的泡水後完全無影響，但是自製洋菜防水紙吸管只有一些膨脹，具有耐水性，不會失去吸管功能，所以沒關係。

5. 掩埋實驗：

我們發現我們做的吸管的自然分解程度最好，市售的塑膠吸管完好無損，自製的紙吸管大多分解碎裂，少數看起來整支完好，表面破損，但是一拿起來就斷裂破碎。由此可證明市售吸管裡有非常多化學有毒物質，而我們的吸管則是非常能土壤分解，所以掩埋實驗我們大幅領先。

6. 燃燒實驗：

我們發現我們做的吸管的道林紙有洋菜冷藏的耐燃燒程度最好，其次是粉彩紙無洋菜>道林紙無洋菜>道林紙有洋菜冷凍>粉彩紙有洋菜冷藏>粉彩紙有洋菜冷藏。

7. 垂直耐壓實驗：

我們發現我們做的吸管的道林紙有洋菜冷凍的耐重程度最好，其次是道林紙無洋菜>粉彩紙有洋菜冷凍>道林紙有洋菜冷藏>粉彩紙無洋菜>粉彩紙有洋菜冷藏。

8. 耐搥實驗：

實驗後，我們發現我們做的吸管會扁掉是因為紙的纖維易折，才會扁掉，但因為很厚所以有些會恢復一點；而市售吸管之所以裂開是因為塑膠的比較易脆，不耐搥擊。

9. 耐折實驗：

我們發現我們做的吸管的所有材質的耐折程度都是最好的，然後我們發現市售吸管的耐折程度不太佳，觀察後，因為我們的厚度比市售吸管厚很多，而市售吸管只有薄薄的一層，所以我們才會贏。

10. 輾壓實驗：

實驗後，我們發現我們做的吸管會扁掉但是會稍微回復成吸管樣子，扁掉可能是因為紙的纖維易折，才會扁掉，但因為很厚所以有些會恢復一點；而市售吸管之所以裂開是因為塑膠的材料比較硬脆，而且較薄，來回輾壓100次就裂開了。

11. 內部光滑實驗：

我們發現我們做的吸管的道林紙無洋菜和粉彩紙無洋菜內部的光滑程度最好，其次是粉彩紙有洋菜冷凍>道林紙有洋菜冷凍>粉彩紙有洋菜冷藏>道林紙有洋菜冷藏，觀察後，我們發現沒泡洋菜的紙吸管是最好的，可是因為沒泡洋菜無法防水，所以暫時先不考慮。如果以有泡洋菜來看，最強的就是粉彩紙有洋菜冷凍，所以我們的光滑度粉彩紙有洋菜冷凍輸市售吸管一點點。

12. 熱熔實驗：

我們發現我們做的吸管的道林紙有洋菜冷凍和粉彩紙有洋菜冷凍和粉彩紙有洋菜冷藏的耐熱程度最好，其次是粉彩紙無洋菜和道林紙無洋菜>道林紙有洋菜冷藏，觀察後，我們發現市售吸管因為只有薄薄的一層，又是塑膠材質較不耐高溫接觸，所以下就破了。

13. 戳洞實驗：

我們發現我們做的吸管的道林紙有洋菜冷凍能戳破最多膜，其次是道林紙無洋菜、粉彩紙無洋菜、粉彩紙有洋菜冷藏和粉彩紙有洋菜冷凍>道林紙有洋菜冷藏，觀察後，我們發現道林紙有洋菜冷凍比市售吸管的戳洞數量還要多，而且其它也差沒有很多，所以我們險勝。

14. 餵魚實驗：

我們發現我們做的吸管的道林紙無洋菜、道林紙有洋菜冷凍、粉彩紙無洋菜、粉彩紙有洋菜冷藏最受魚的喜愛，其次是和粉彩紙有洋菜冷凍>道林紙有洋菜冷藏，觀察後，我們發現我們的吸管都有被魚咬過的痕跡；反而市售吸管沒有被咬過的痕跡，證明我們的吸管比市售吸管的環保。

15. 耐衝擊實驗：

我們發現我們做的吸管的道林紙無洋菜和粉彩紙有洋菜冷藏的耐衝擊程度最好，其次是道林紙有洋菜冷藏>道林紙有洋菜冷凍、粉彩紙無洋菜和粉彩紙有洋菜冷藏，觀察後，我們贏過市售吸管，而且我們的完全無碎裂。

捌、結論

1. 耐酸實驗：

我們發現紙吸管中的道林紙耐酸較好；而粉彩紙比道林紙差；而市售吸管比兩者好。

2. 發霉實驗：

我們發現紙吸管有些許道林紙有些發霉；而粉彩紙都沒發霉；所以粉彩紙的抗發霉程度比道林紙好；而市售吸管也是沒發霉。

3. 吸水實驗：

我們發現粉彩紙無洋菜比市售好，可是因為粉彩紙無洋菜無法防水，所以先不考慮。道林紙有洋菜冷凍是除了無洋菜最好的，雖然沒有比市售好，但是只有一點點，所以可以接受。

4. 防水實驗：

我們發現除了無添加洋菜的膨脹較明顯，就是粉彩紙有洋菜的比較好。雖然市售的泡水後完全無影響，但是自製洋菜防水紙吸管只有一些膨脹，具有耐水性，不會失去吸管功能，所以沒關係。

5. 掩埋實驗：

我們發現紙吸管因為是用木頭做的，所以才可以用來分解，而且有洋菜，所以有些昆蟲會去吃它。

6. 燃燒實驗：

我們發現市售吸管燃燒時會產生難聞的惡臭，而且熔化後會有產生非常非常毒的物質→戴奧辛，所以市售吸管真的非常毒。

7. 垂直耐壓實驗：

我們發現市售吸管的耐重程度不太好，而我們的公斤數沒有低於 10kg，所以我們的吸管比較能耐重。

8. 耐搥實驗：

我們發現紙吸管都只有扁掉，而市售吸管會破裂掉，因為市售較脆也較薄。

9. 耐折實驗：

觀察後，因為我們的厚度比市售吸管厚很多，而市售吸管只有薄薄的一層，所以我們才會贏。

10. 輾壓實驗：

我們發現紙吸管雖然扁掉，但是會有一些回復，而市售吸管直接扁掉，市售吸管較易破裂可能因為它比較薄，而自製洋菜紙吸管較有彈力，不易壓扁。

11. 內部光滑實驗：

我們發現沒泡洋菜的紙吸管是最好的，可是因為沒泡洋菜無法防水，所以暫時先不考慮。如果以有泡洋菜來看，最強的就是粉彩紙有洋菜冷凍，所以我們的光滑度粉彩紙有洋菜冷凍輸市售吸管一點點。

12. 熱熔實驗：

我們發現市售吸管因為只有薄薄的一層，又是塑膠材質較不耐高溫接觸，所以一下就破了。

13. 戳洞實驗：

我們發現道林紙有洋菜冷凍，比市售吸管的戳破塑膠膜的數量還要多，而且其它也差沒有很多，所以

我們險勝。

14. 餵魚實驗：

我們發現我們的吸管都有被魚咬過的痕跡；反而市售吸管沒有被咬過的痕跡，證明我們的吸管比市售吸管的環保。

15. 耐衝擊實驗：

我們贏過市售吸管，而且我們的完全無碎裂。

玖、參考文獻

1. 中華民國第 58 屆中小學科學展覽會國小組生活與應用科學(二)科，渾身解塑-以回收紙漿和洋菜製作可分解垃圾袋
<https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/58/pdf/NPHSF2018-082930.pdf>
2. 內用一次性塑膠吸管 環保署正式預告 2019 年 7 月起四大場所禁用
<https://e-info.org.tw/node/212097>
3. 塑膠吸管對人類、環境的危害
<http://tnr.com.tw/txtsemple.aspx?id=6541>
4. 限塑政策暗藏殺機！不鏽鋼吸管「邊走邊喝」恐致命
<https://www.cheers.com.tw/article/article.action?id=5088345>
5. 含油脂、酸性恐侵蝕 別用不鏽鋼吸管喝
<https://news.tvbs.com.tw/life/935586>
6. 紙吸管比較環保？其實你需要的不是吸管
<https://ubrand.udn.com/ubrand/story/12116/3274278>
7. 星巴克宣佈 2020 全球禁用塑膠吸管，改用「成人吸口杯」
<https://www.thenewslens.com/article/99504>
8. 媒體抽檢市售「紙吸管」，衛生安全符合規範，但八成產品標示違規
<https://iqc.tw/55801>
9. 拒絕塑膠吸管比你想像中簡單：7 種友善環境的替代方案
https://www.seinsights.asia/article/3290/3271/5828?page=135&fb_comment_id=1880716565298944_1894533983917202%3Ffb_comment_id%3D1880716565298944_1894533983917202
10. 英國與愛爾蘭麥當勞今年 9 月停用塑膠吸管，紙吸管準備上陣
<https://www.storm.mg/article/450661>
11. GTV 新聞 塑膠吸管 10 倍成本 實測「紙吸管」 2018061504
https://www.youtube.com/watch?v=WNRVn19o_PY
12. 台科大發明「紙吸管」奪美國設計大獎
<http://www.ntdtv.com.tw/b5/20160817/video/177873.html?%E5%8F%B0%E7%A7%91%E5%A4%A7%E7%99%BC%E6%98%8E%E3%80%8C%E7%B4%99%E5%90%B8%E7%AE%A1%E3%80%8D%E5%A5%AA%E7%BE%8E%E5%9C%8B%E8%A8%AD%E8%A8%88%E5%A4%A7%E7%8D%8E>
13. 一起愛地球！5 種環保吸管材質你選哪一樣？
<https://food.ltn.com.tw/article/8038>
14. 禁用塑膠吸管遠遠不夠 減塑工程 2.0 得從生產到回收全面思考
<https://newtalk.tw/news/view/2019-02-14/207356>
15. 便宜環保的塑膠袋替代品陸續問世！不只可分解還能喝下肚！
<https://www.foodnext.net/science/packing/paper/5616285868>
16. 跟塑膠吸管說拜拜！南韓星巴克做環保推「紙吸管」
<https://www.ettoday.net/news/20180910/1255289.htm>
17. 為了地球、為了海洋生物：韓國 Starbucks 全面推行紙吸管！
<https://www.koreastardaily.com/tc/news/111677>
18. 挺禁用塑膠吸管！速食、飯店業者紛改用紙吸管
<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20180617001996-260405>

【評語】 080211

研究環保吸管，使用洋菜液體浸泡後冷凍與冷藏，讓紙吸管具備防水功能，也增強耐用性，尤其以吸珍珠最有趣，題目有趣且具實用價值。並自行設計儀器來量測，值得鼓勵。參考資料多來自網頁，宜在文中引用處標示，網頁部分宜加上發佈日期。實驗雖做很多，但宜嘗試討論所測得的物性與材料間的化學關係。在實驗觀察方面多是無法數量化的差異，容易受主觀意識影響結果判斷，耐重研究再現性應再加研究。

摘要

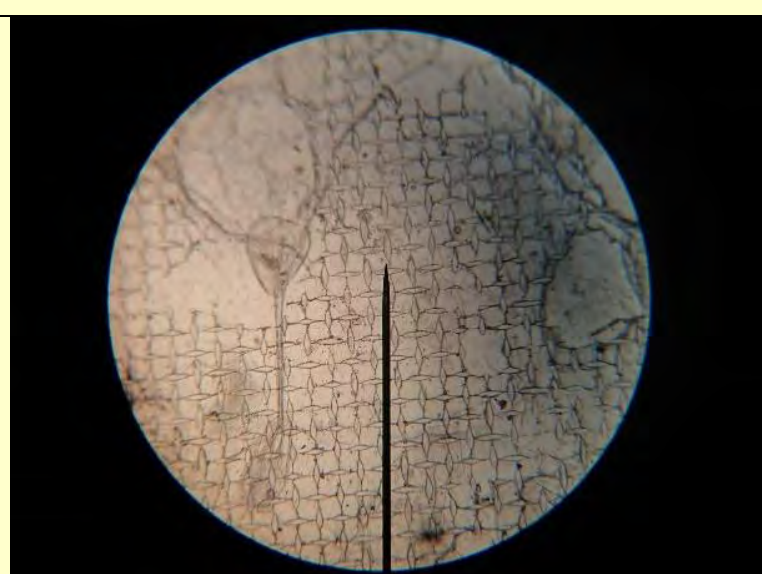
我們用環保的材料→紙，來製作環保紙吸管，並使用洋菜液體浸泡後再冷凍與冷藏，讓紙吸管具備防水功能，也增強耐用性。我們用道林紙和粉彩紙來製做紙吸管的主體，和市面上的塑膠吸管進行比較，在掩埋實驗中，我們自製的洋菜紙吸管明顯有在土壤中分解；而塑膠吸管完全沒有在土壤中分解；耐折實驗中，洋菜紙吸管每個都超過140個華司，塑膠吸管紙能耐105個；在垂直耐壓實驗中，洋菜紙吸管每個都能承受10kg以上的重量，而塑膠吸管只承受不到10 kg重量；在燃燒實驗中，塑膠吸管在燃燒時，會發出難聞的惡臭，但洋菜紙吸管不會；戳洞實驗裡，道林紙有洋菜冷凍的這組，穿透飲料杯保護膜的效果最好，其他，用來吸取珍珠、吸水和耐輾壓……等實驗中，我們自製的洋菜紙吸管都不輸市售的塑膠吸管。

研究動機

市面上已經有人販賣玻璃或是不鏽鋼吸管，我們認為玻璃或是不鏽鋼吸管雖然環保，但是這種吸管非常危險，玻璃有可能破損刺傷人，不鏽鋼製的雖然堅固耐用，走在路上的時候，一不小心就會插到喉嚨，而且兩種清潔都不方便，又容易滋生黴菌。



洋菜溶液冷卻後的表面，可以拉出一層薄膜！



我們把洋菜薄膜拿去冷凍，退冰除水後，以顯微鏡察到的畫面

<<老師指導查詢的科學原理>>

洋菜膠溶液，在溫熱條件下為結網流體，當溫度降低時，溶液分子連接成網狀結構，溶劑和其他分散介質全部被包含在網狀結構之中，整個體系成了失去流動性的半固體，也就是凝膠

參考資料來源：
食品膠的膠凝特性及其機制
<https://www.wellwiz.com.tw/food-projects>

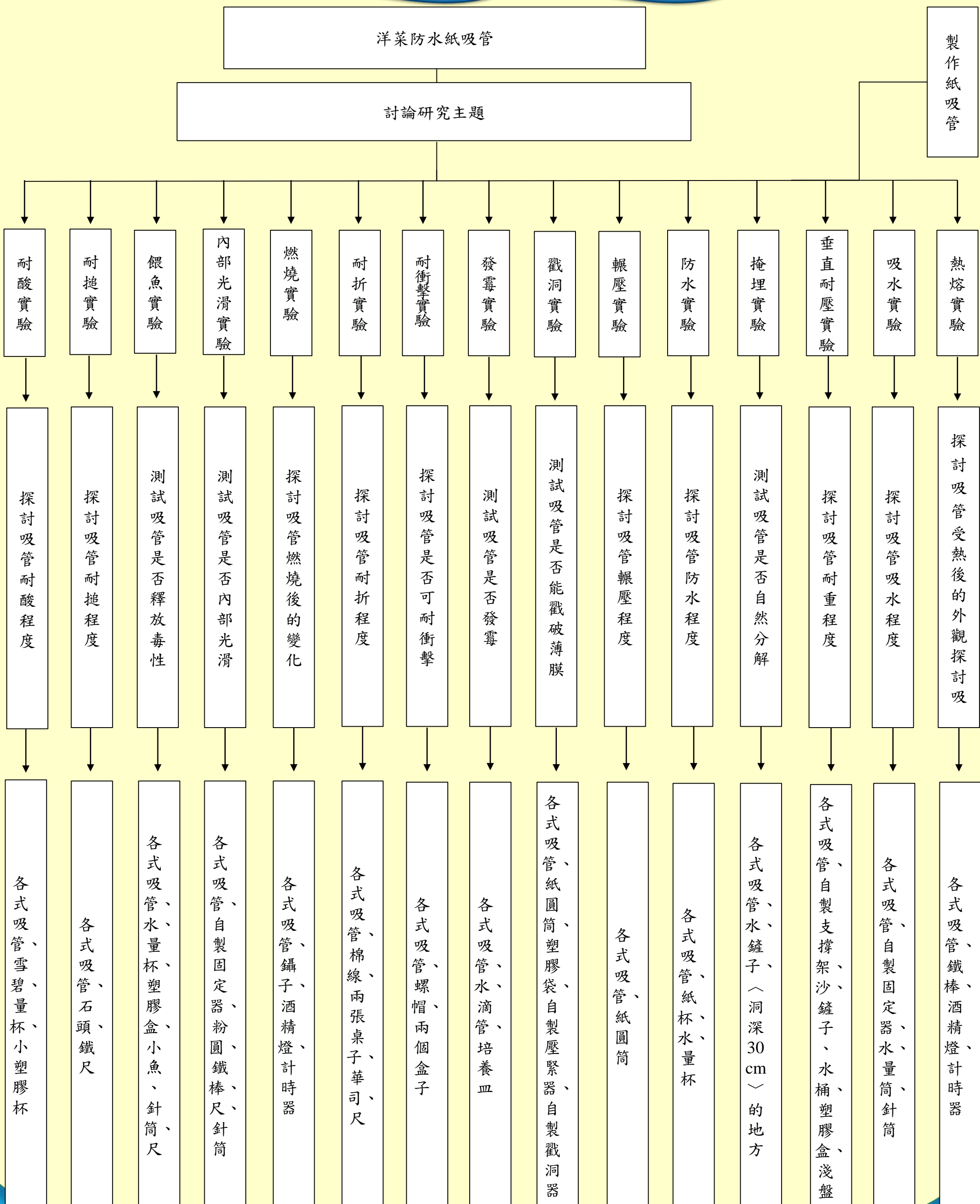
<<老師指導查詢的科學原理>>

將洋菜膠冷凍，其目的在於脫水，促使果膠粒周圍水化層發生變化，使原來膠粒表面吸附水減少，膠與膠粒易於結合而為鏈狀膠束。高度失水能加快膠的凝聚，並相互交織，無定向地組成一種連接鬆弛三維網路結構，在網路交界處形成無數空隙，由於鏈和分子間引力的作用，緊緊吸附著糖-水的分子。終形成一種具有一定強度和結構類似海綿的凝膠體

研究目的

實驗名稱	目的
一、耐酸實驗	探討吸管耐酸程度
二、發霉實驗	測試吸管是否發霉
三、吸水實驗	探討吸管吸水程度
四、防水實驗	探討吸管防水程度
五、掩埋實驗	測試吸管是否自然分解
六、燃燒實驗	探討吸管燃燒後的變化
七、垂直耐壓實驗	探討吸管耐重程度
八、耐拋實驗	探討吸管耐拋程度
九、耐折實驗	探討吸管耐折程度
十、輾壓實驗	探討吸管輾壓程度
十一、內部光滑實驗	測試吸管是否內部光滑
十二、熱融實驗	探討吸管受熱後的外觀
十三、戳洞實驗	測試吸管是否能戳破薄膜
十四、餵魚實驗	測試吸管是否釋放毒性
十五、耐衝擊實驗	探討吸管是否可耐衝擊

研究流程



實驗器材

實驗名稱	器材
一、耐酸實驗	各式吸管、雪碧 50mlx7、量杯、小塑膠杯 x7
二、發霉實驗	各式吸管、水 350 滴、滴管、培養皿
三、吸水實驗	各式吸管、自製固定器、水、量筒、針筒
四、防水實驗	各式吸管、紙杯、水、量杯
五、掩埋實驗	各式吸管、水、鏟子、(洞深 30cm、長 120cm、寬 25cm)
六、燃燒實驗	各式吸管、鑷子、打火機、酒精燈、計時器
七、垂直耐壓實驗	各式吸管、自製支撐架、沙、計時器、量秤、量角器
八、耐拋實驗	各式吸管、石頭 x1、鐵尺
九、耐折實驗	各式吸管、棉線、桌子(兩張)、華司、計時器
十、輾壓實驗	各式吸管、滾筒
十一、內部光滑實驗	各式吸管、自製固定器、粉圓 x35、鐵棒、尺、針筒
十二、熱融實驗	各式吸管、鐵棒、酒精燈、打火機
十三、戳洞實驗	各式吸管、自製腳架、自製穩固器、自製壓緊器、量角器
十四、餵魚實驗	各式吸管、水 10cm、量杯、塑膠盒、小魚 x10、針筒
十五、耐衝擊實驗	各式吸管、盒子、螺帽 x10

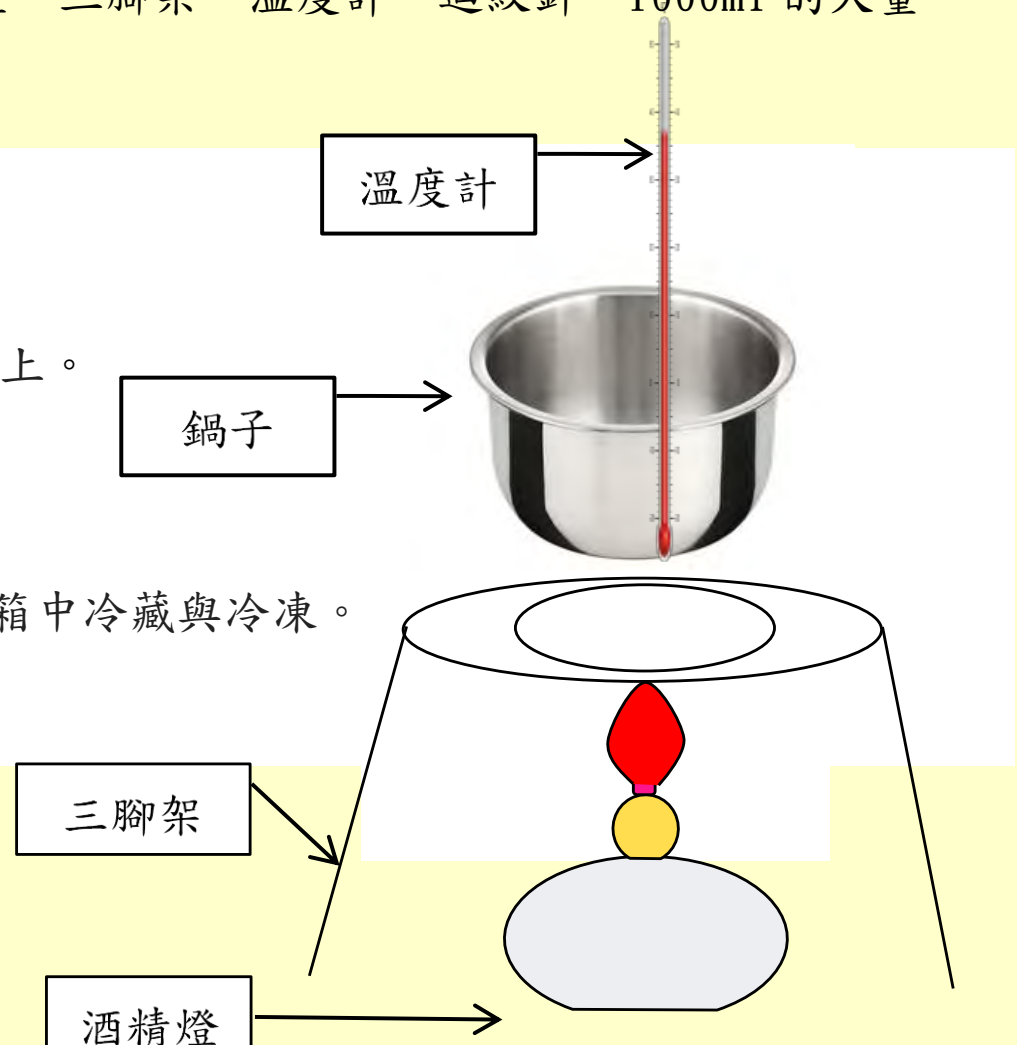


洋菜鍍膜紙吸管製程

(一)實驗器材:洋菜 12g、水 1000ml、鍋子、酒精燈、三腳架、溫度計、迴紋針、1000ml 的大量杯、蓋子、吊架、大湯匙、計時器。

(二)實驗步驟:

1. 以塑膠棒捲製固定大小。
2. 內側塗抹漿糊黏著固定。
3. 將每一支吸管編號備用。
4. 洋菜粉 12 克加入 1000ml 水，煮沸至 90°C 以上。
5. 將自製吸管完整浸泡在洋菜溶液中 10 分鐘。
6. 浸泡後的吸管，取出後逐一吊掛冷卻。
7. 等待 30 分鐘，讓果凍膜凝固。
8. 將不同種類的吸管分別以淺盤裝盛，移入冰箱中冷藏與冷凍。



(三)實驗圖(照)片:

種類	內容
照片	
照片內容	我們用道林紙和粉彩紙製成紙吸管，我們用塑膠棒捲製固定大小，內側塗抹漿糊黏著固定。 我們正在煮洋菜，若洋菜結塊，我們會把它切碎，並煮到 90 度。 我們正在把各式吸管泡洋菜，每根的每個地方都需要平均泡到洋菜，並用蓋子壓住。 泡完洋菜後，我們會把吸管掛起來晾乾，讓多餘的洋菜流出。

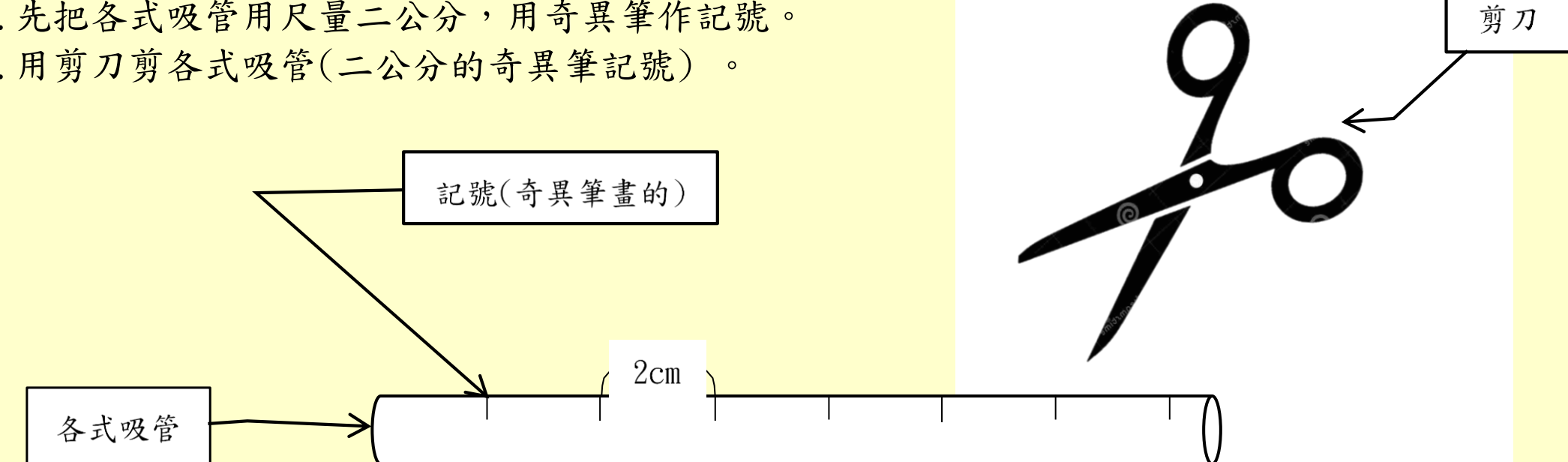
材料準備與相關課程

材料準備:

(一)實驗器材:剪刀、各式吸管、尺、奇異筆、小盒子。

(二)實驗步驟:

1. 先把各式吸管用尺量二公分，用奇異筆作記號。
2. 用剪刀剪各式吸管(二公分的奇異筆記號)。



種類	內容
照片	
照片內容	我們正在用奇異筆和尺標記，每 2 公分畫一條線。 我們正在剪各式吸管，剪下來的吸管都必須是 2 公分。

科目	學期	單元	單元名稱	相關實驗
自然	5 下	第三單元	水溶液的性質	耐酸實驗
自然	6 上	第二單元	熱和我們的生活	燃燒、熱傳導實驗
自然	5 上	第四單元	空氣與燃燒	燃燒實驗
自然	3 上	第二單元	生活中有趣的力	耐折、輾壓實驗
自然	5 上	第二單元	植物世界	掩埋實驗
自然	6 下	第一單元	力與運動	耐折、輾壓、耐衝擊、耐拋實驗
自然	5 上	第三單元	熱對物質的影響	燃燒、熱熔實驗
自然	4 下	第三單元	水的奇妙現象	防水、吸水實驗
自然	3 下	第一單元	小園丁學種菜	掩埋實驗
自然	5 下	第四單元	防鏽與食品保存	發霉實驗
自然	4 下	第三單元	連通管現象	內部光滑、吸水實驗



